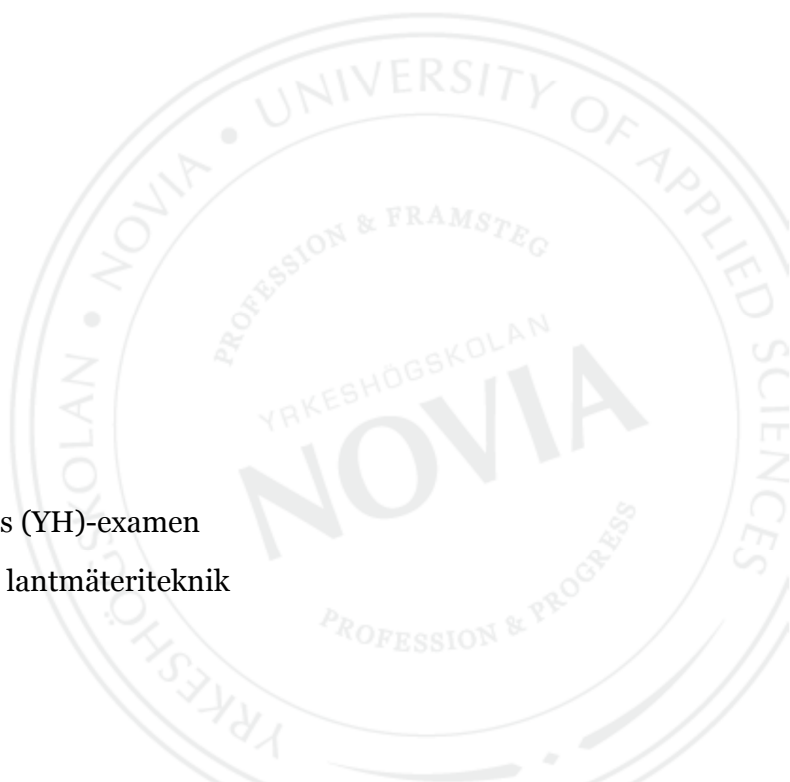


Dokumentation av mätningar för koordinattransformation inom Vasa stad

Ann-Heléné Skata

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik
Vasa 2014



EXAMENSARBETE

Författare:

Ann-Heléne Skata

Utbildningsprogram och ort:

Lantm teriteknik, Vasa

Handledare:

Sem Timmerbacka och Klas Blom

Titel: *Dokumentation av mätningar f r koordinattransformation inom Vasa stad*

Datum 01.04.2014

Sidantal 60

Bilagor 8

Abstrakt

Detta examensarbete gjordes åt Vasa stads fastighetssektor. Avsikten med det här arbetet var att göra en dokumentation av GNSS-stommätningen och avvägningen som gjordes i Vasa under 2011–2012. För att få en uppfattning hur processen med GNSS-stommätning och bearbetning går till, har material från stadens sida blivit bearbetat i ett beräkningsprogram, som sedan har gett ett resultat i form av koordinater. Genom beräkning av stomnätet har en jämförelse gjorts med stadens beräknade koordinater och de koordinater som jag fått genom beräkning.

Tidigare användes plankoordinatsystemet statens gamla system, sgs, och höjdsystemet NN, normaalinolla, inom stadens område. I och med GNSS-mätningen och avvägningen  r nu det nya plankoordinatsystemet ETRS-GK22 och N2000 höjdsystem i bruk. Transformation från statens gamla system till ETRS-GK22 beskrivs genom en helmert transformation, som resulterade i det nya ETRS-GK22. Transformationens medelfel blev $\pm 0,025$ m.

Genom att ta del av materialet som Vasa stad gett, har här dokumenterats hur en GNSS-mätning g r till. Även störningar och andra faktorer som b r tänkas på tas upp i detta arbete. I detta arbete tas upp hur en avvägning g r till och även lite historia om de tre precisionsavv gningarna som utförts i Finland.

Språk: svenska

Nyckelord: GNSS, koordinatsystem, avvägning

Förvaras: Webbiblioteket Theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:

Ann-Hel ne Skata

Koulutusohjelma ja paikkakunta:

Maanmittaustekniikka, Vaasa

Ohjaajat:

Sem Timmerbacka ja Klas Blom

Nimike: *Dokumentointi mittauksista koordinaattimuunnosta varten Vaasan kaupungissa.*

Päivämäärä 01.04.2014

60 sivua

8 liitettä

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Vasaan kaupungin kiinteist toimelle. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä dokumentaatio GNSS-runkomittauksesta ja vaaituksesta, jotka on tehty Vaasassa vuosina 2011–2012. Saadakseen käsitys siitä, miten prosessi GNSS-runkomittauksen ja vaaituksen käsittelyssä tapahtuu, on kaupungin materiaali käsitelty laskentaohjelmassa. Tulos on saatu koordinaattien muodossa. Runkoverkkolaskennan kautta on tehty vertailu kaupungin ja minun laskemien koordinaattien välillä.

Aiemmin kaupungin alueella käytettiin tasokoordinaatistoa valtion vanha järjestelmä, vvj, ja korkeusj rjestelm   NN, normaalinolla. GNSS-mittauksen ja vaaituksen ansiosta uudet ETRS-GK22 tasokoordinaatisto ja N2000 korkeusjärjestelmä ovat nyt käytössä. Muunnos valtion vanhasta järjestelmästä järjestelmään ETRS-GK22 tehtiin Helmert-muunnoksen avulla. Muunnoksen keskivirhe oli $\pm 0,025$ m.

Käyttämällä Vaasan kaupungin antamaa aineistoa, opinnäytetyössä on dokumentoitu miten GNSS-mittaukset on tehty. Myös häiriöt ja muut tekijät jotka olisi huomioitava, otetaan esille tässä työssä. Tämä työ osoittaa, miten vaaitus suoritetaan ja myös hieman historiaa kolmesta tarkkavaaituksesta, jotka on tehty Suomessa.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: GNSS, koordinaatij rjestelm , vaaitus

Arkistoidaan: verkkokirjastossa Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Ann-Hel ne Skata
Degree Programme: Land surveying, Vaasa
Supervisors: Sem Timmerbacka and Klas Blom

Title: *Documentation of measurements for a coordinate transformation within the city of Vaasa*

Date 01.04.2014 Number of pages 60 Appendices 8

Abstract

This Bachelor's thesis work has been done for the Land use and park division in the city of Vaasa. The purpose was to make a documentation of the GNSS control surveying and levelling done in Vaasa during 2011-2012. To get an idea of how the process of GNSS control surveying and processing is done, the material from the city has been processed in a calculation program, which has then generated a result in the form of coordinates. By calculating the control network a comparison has been made with the city's calculated coordinates and the coordinates that I got through calculations.

Previously the plane coordinate system called "the old national system" and the height system NN (normaalinolla) were used within the city area. As a result of the GNSS survey and the levelling the new plane coordinate system ETRS-GK22 and the N2000 height systems are now in use. The transformation from the old national systems to ETRS-GK22 is described by a helmert transformation, which resulted in the new ETRS-GK22. The standard error of the transformation was ± 0.025 m in its entirety.

On the basis of the material provided by the city of Vaasa, the thesis describes the process of conducting a GNSS survey. Also, disturbances and other factors that should be considered are included in this work. This work describes how a leveling is carried out and includes a little history about the three precision levellings performed in Finland.

Language: Swedish

Key words: GNSS, coordinate system, levelling

Filed at: the web library Theseus.fi

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.2	Bakgrund	1
1.3	Syfte.....	1
1.4	Metod.....	2
2	GNSS	2
2.1	Allmänt om GNSS	2
2.1.1	GPS	3
2.1.2	Glonass	5
2.1.3	Galileo.....	6
2.1.4	CNSS	6
2.1.5	QZSS.....	7
2.1.6	IRNSS	7
3	Kartprojektioner	8
3.1	Gauss-Kruger projektion	8
3.2	GK-projektion och kks	9
3.3	GK-projektion och sgs	9
3.4	GK-projektion och Euref-Fin-koordinatsystem	10
4	Koordinatsystem	10
4.1	ED50-Systemet	11
4.2	Helsingforssystemet	11
4.3	WGS-84.....	12
4.4	EUREF89	12
4.5	Euref-Fin	12
5	Höjdsystem.....	13
5.1	NN-Systemet	13
5.2	N2000-Systemet.....	14
6	Finlands precisionsavvägningar.....	14
6.1	Första precisionsavvägningen	15
6.2	Andra precisionsavvägningen	15
6.3	Tredje precisionsavvägningen	16
7	Geoidmodeller.....	17
7.1	Globala geoidmodeller	17
7.1.1	OSU91A	17
7.1.2	EGM96.....	18

7.1.3 GGM02	18
7.2 Nordiska geoidmodeller	18
7.2.1 NKG96.....	18
7.2.2 NKG2004.....	19
7.3 Finlands geoidmodell	19
7.3.1 FIN2005N00.....	19
8 Referenssystem	20
8.1 Geoiden	21
8.2 Ellipsoiden	21
8.2.1 Hayfords ellipsoid.....	22
8.2.2 GRS80	22
9 Statisk GNSS-stommätning.....	23
9.1 Principer för planering av GNSS-stommätning	24
9.2 Tillvägagångssätt	24
10 Störningar vid mätning med GNSS.....	26
10.1 Satellittillgänglighet.....	26
10.2 Signalkvalitet och satellitgeometri.....	26
10.3 Sikthinder	27
10.4 Antenn	27
10.5 Flervägsfel	28
10.6 Banddata	28
10.7 Atmosfären.....	28
10.7.1 Jonosfären	28
10.7.2 Troposfären	29
11 De statistiska GPS-mätningarna inom Vasa stad	30
11.1 Planering	30
11.2 Instrument.....	30
11.3 Mätpunkter	31
11.4 Utförandet.....	31
11.4.1 Kontroll av optiska lod.....	32
12 Beräkning av Vasa stads GNSS	32
12.1 Vasa stads beräkning.....	32
12.1.1 Vektorberäkning och fri nätutjämnning.....	33
12.1.2 Fast nätutjämnning	33
12.2 Min beräkning	34

12.2.1 Vektorberäkning.....	34
12.2.2 Fri nätutjämning.....	36
12.2.3 Fast nätutjämning	37
12.2.4 Relativa noggrannheten.....	39
12.2.5 Jämförelse	40
12.2.6 Analys	40
12.2.7 Jämförelse med referenspunkterna.....	41
13 Transformation mellan stadens gamla koordinatsystem och stadens nya plankoordinatsystem	44
13.1 Projektionszon.....	44
13.2 Transformationsparametrar.....	45
13.3 Transformation eller omvandling.....	45
13.4 Vasas helmerttransformation	46
13.5 Helmerttransformationsformel.....	49
14 Avvägning	50
14.1 Avvägningsinstrument och tillbehör	50
14.1.1 Standardavvägning.....	51
14.1.2 Finavvägning.....	51
15 Avvägningen inom Vasa stad	51
15.1 Instrument.....	52
15.2 Avvägningssträckorna i Vasa	52
16 Slutsats	54
16.1 Kritisk granskning och diskussion.....	54
Källförteckning	56

Bilageförteckning

Bilaga 1. GNSS-mätningar, Transformationspunkter

Bilaga 2. Statiska mätningar i Vasa 3. -14.10.2011

Bilaga 3. Nätutjämningsrapport

Bilaga 4. Jämförelse 1, jämförelse mellan Vasa stads beräknade koordinater och mina beräknade koordinater

Bilaga 5. Jämförelse 2, jämförelse med ytterligare 3 vektorer bort

Bilaga 6. Jämförelse 3, jämförelse med alla vektorer, förutom de programmet valde bort själv

Bilaga 7. Jämförelse 4, jämförelse med referenspunkterna GL Rimal och Geotrim VRS

Bilaga 8. Jämförelse 5, jämförelse med korrigerade inställningar och 10001 inte har fasta koordinater

Ordförklaring

MEO-satelliter	Är en förkortning av Middle Earth Orbit. Dessa satelliter cirkulerar kring jorden på högre höjder. ¹
GEO-satelliter	Är en förkortning av Geostationary Orbit. Geo-satelliterna cirkulerar kring jorden lägre ner än Meo-satelliterna. ²
IOC	Förkortningen kommer från Initial operational Capability. Avses för användning för privatbruk. ³
FOC	Förkortningen kommer från Full Operational Capability. Avses för användning för militära tillämpningar med specialiserade krav. ⁴
Inklinationsvinkel	Kan även beskrivas som banlutning. Vinkeln mellan en omlopps bana och ett referensplan, med andra ord vinkeln mellan satellitbanor och jordens ekvatorialplan. ⁵
Referenssystem	Ett referenssystem är ett system som beskriver en punkts läge i rymden. Detta anges ofta i ett tredimensionellt koordinatsystem. Exempel på referenssystem är WGS-84. ⁶
Quasi-zenit-bana	En quasi-zenit bana betyder att satelliten flyger i en bana som ser ut som siffran 8, om satelliten ses på flygbanan på samma gång som jorden är stilla.



Figur 1. Exempel på en quasi-zenit bana.⁷

Ortometrisk höjd	Den ortometriska höjden beskrivs som höjden över geoiden, dvs. höjden från geoiden till markytan. ⁸
Geoid	En geoid är en fysisk modell av jordens rätta form. Modellen sammanfaller ungefär med havsytans genomsnittliga nivå. ⁹

¹ Lmv-Rapport 2007:11 s. 10

² Ibid s. 10

³ Lmv-Rapport 2003:10 s. 5

⁴ Ibid s. 5

⁵ Princeton.edu, Inclination (hämtat: 19.11.2013)

⁶ HMK Geodesi, Stommätning s. 19

⁷ Jaxa.jp, What is quasi-zenith orbit? (hämtat: 15.01.2014)

⁸ HMK Geodesi, Stommätning s. 24

⁹ Ibid s. 20

Medelmeridian	Medelmeridian beskrivs enklast som en linje som går från norr till söder. Meridianen är kan även ses som koordinatsystemets norraaxel. Den mest kända medelmeridianen är beräknad från Greenwich. ¹⁰
Kartesiskt koordinatsystem	Är det vanliga koordinatsystemet inom matematik. Systemet har fyra kvadranter med samma skala på alla axlar. ¹¹
Referensyta	En referensyta beskrivs ofta som en sfär eller rotationsellipsoid. ¹²
Rotationsellipsoid	En rotationsellipsoid beskrivs enklast som den yta som fås då en ellips cirkulerar kring sin lillaxel. ¹³
Ellips	En ellips kan ha flera betydelser. I detta sammanhang är det en geometrisk figur. Ellipsen formas av en kon som skärs diagonalt.



Figur 2. En kon som skärs diagonalt uppstår en ellips.¹⁴

Lillaxel	Lillaxeln eller rotationsaxeln är den axel som pekar uppåt, alltså z-axeln i ett tredimensionellt system. Vid beräkning betecknas lillaxeln för b. ¹⁵
Referensellipsoid	Referensellipsoid kan fastställas av rotationsellipsoidens form, läge och storlek. Ellipsoiden är en förenkling av jordens form inom ett definierat område där ellipsoiden och geoiden sammanfaller. ¹⁶
Ellipsoidhöjd	Ellipsoidhöjd eller höjden över ellipsoiden. Höjden är ett avstånd från en referensellipsoid till en GPS-mottagare. ¹⁷

¹⁰ Maanmittauslaitos.fi, Plankoordinatsystem (hämtat: 15.01.2014)

¹¹ Kartesiskt koordinatsystem (hämtat: 12.02.2013)

¹² HMK Geodesi, Stommätning s. 19

¹³ Ibid s. 19

¹⁴ Ellips (hämtat: 15.01.2014)

¹⁵ Sfärisk trigonometri och jordellipsoidens geometri, 1991 s. 12

¹⁶ HMK Geodesi, Stommätning s. 19

¹⁷ Maanmittauslaitos.fi, Ellipsoid och geoid (hämtat: 15.01.2014)

Datum	Begreppet används vid definition av ett referenssystem då lägesangivelser tillämpas. Referensellipsoidens förhållande till geocentriska systemet. ¹⁸
A priori	Ett medelfel som grundar sig på uppskattning före mätningen och/eller tidigare kunskap. ¹⁹
A posteriori	Ett medelfel som grundar sig på resultatet på en beräkning, dvs. det beräknade medelfelet. ²⁰

¹⁸ HMK Geodesi, Stommätning s. 20

¹⁹ Ibid s. 15

²⁰ Ibid s. 15

1 Introduktion

Med rubriken ”Dokumentation av mätningar för koordinattransformation inom Vasa stad” avses i detta examensarbete en dokumentation av en GNSS-mätning och avvägning som har blivit gjort i Vasa stad.

1.2 Bakgrund

Idén till mitt examensarbete uppkom under sommaren 2012 då jag var praktikant vid Vasa stads mätningsservice. Vasa stads mätningsservice utför olika mätningstjänster samt myndighetsuppgifter. Under sommaren var jag med om terrängmätningar och kommunaltekniska mätningar som hör till mätningstjänstens uppgifter. Myndighetsuppgifterna består till största del av utsättning av byggnadsplatser i terrängen samt mätningar för styckningar på planeområde.

Mitt examensarbete uppkom genom att jag frågade av mina kolleger på mätningsservicen vad jag skulle kunna skriva om. En av kollegerna föreslog något med att Vasa stad övergår från NN- till N2000-höjdsystem. Slutligen blev det en dokumentation på mätningar som blivit gjorda inom Vasa stad för att byta plankoordinatsystem från sgs-systemet till ETRS-GK22.

1.3 Syfte

Arbetes huvudsakliga syfte var att göra en dokumentation av GNSS-stommätningen som gjordes inom Vasa stad, delvis hur stommätning går till, efterbehandling och beräkning av stommätningen. Till dokumentationen hör principer för planering, tillvägagångsätt och beräkning av material som uppkommit genom mätningen. Även en jämförelse mellan stadens och mina beräknade koordinater görs. Målet med jämförelsen mellan stadens och mina beräknade koordinater var att undersöka om koordinaterna som jag beräknade överensstämde med stadens koordinater. Även att berätta om stadens koordinatsystem före ETRS-GK22 och N2000-höjdsystemet, samt historia om de tre precisionsvägningarna i Finland finns med i detta arbete.

1.4 Metod

Detta examensarbete har gjorts genom att ta del av material från Vasa stad rörande GNSS-mätning och avvägningen. Examensarbetet har blivit till genom beräkning av GNSS-systemet och genom tolkning av material utgående från mätningar och rapporter. Det har gjorts en jämförelse mellan mina beräknade koordinater och stadens av konsult beräknade koordinater.

2 GNSS

GNSS är en förkortning av Global Navigation Satellite Systems. Översatt till svenska betyder det globalt navigationssystem med hjälp av satelliter. GNSS är ett satellitbaserat navigations- och positionsbestämningssystem. De mest kända systemen är GPS, Glonass, Galileo och Compass. Det finns även mindre kända system såsom IRNSS och QZSS, som används i Mellanöstern.²¹

2.1 Allmänt om GNSS

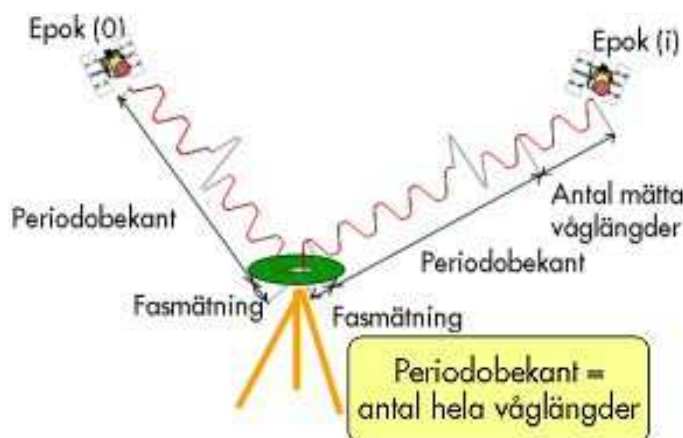
Hos alla GNSS-mätningar är grundprincipen den samma. (*Se figur 1*) Med hjälp av satelliternas position kan en GNSS-mottagare position fås genom mätning av sträckan mellan mottagare och satelliterna. Sträckan bestäms genom tidmätning. Detta kan göras på två olika sätt, genom bärvågsmätning eller kodmätning.²² Det behövs minst fyra satelliter för att få en bestämd position. GDOP-talet beskriver satellitgeometrin som betyder satelliterna antal och fördelning över himlen. GDOP-talet skall vara mindre än 8.²³ Det finns satelliter som cirkulerar i banor kring jorden på 20 000 kilometers höjd men även satelliter som finns på 35 000 km höjd. De som är högre upp är MEO-satelliter (Middle Earth Orbit) och de lägre ner kallas GEO-satelliter (Geostationary Orbit). GEO-satelliterna ligger ovanför ekvatorn och följer hela tiden jordens rotation. De ligger på samma punkt hela tiden ovanför ekvatorn.

²¹ Lantmateriet.se, GPS och annan mätningsteknik- GNSS-status (hämtat: 21.11.2012)

²² Lantmateriet.se, GPS och annan mätningsteknik- Mätmetoder, GNSS (hämtat: 21.11.2012)

²³ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 11

GNSS används även till geodetisk stommätning, deformationsmätning, navigering, maskinguidning, inmätning till geografiskt informationssystem (GIS), tidssynkronisering och meteorologiska studier.²⁴ De olika satellitsystem kommer att beskrivas i detta kapitel.



Figur 3. GNSS-mätningens grundprincip.²⁵

2.1.1 GPS

GPS eller Navstar GPS, som är en förkortning av Navigation Satellite Time and Ranging Global Positioning System. GPS är ett system med global täckning för satellitbaserat navigations- och positionsbestämningssystem. Systemet ägs och är uppbyggt av försvarsmakten i USA. År 1993 blev systemet användarvänligt för privat bruk och för militärt bruk år 1995 med specifika krav för militära tillämpningar. År 1973 påbörjades GPS-projektet, vilket resulterade i att den första GPS-satelliten sköts upp i rymden den 22 februari 1978. Nu för tiden är GPS i större användning inom privatbruk än för militärt bruk. För privatbruk brukar användas IOC (Initial Operational Capability) och för militärt bruk FOC (Full Operational Capability).

Vid användning av GPS fås positionsbestämningen över hela världen. Positionsbestämningen fås i realtid oberoende väder och vind. För att GPS:en ska fungera behöver den åtminstone fyra satelliter som är tillgängliga. Satelliterna skall ha en elevation på över 5 grader över horisonten, vilket i sin tur betyder att det finns satellitsignaler 99,9 % av tiden. Livslängden för en GPS-satellit är ca 7–10 år.²⁶

²⁴ Lmv-Rapport 2003:10 s. 6

²⁵ Lantmateriet.se, GPS och annan mätningsteknik- Mätmetoder, GNSS (hämtat: 21.11.2012)

²⁶ Lmv-Rapport 2007:11 s. 10

USA garanterar att det finns ca 30 satelliter som är fördelade i sex banplan. Inklinationsvinkeln är 55 grader. Satelliterna cirkulerar runt jorden på en banhöjd på 20 200 km. Omloppstiden är 12 timmar, men den exakta omloppstiden är 11 timmar 57,97 minuter. Nästa dag upprepas detta, men 4 minuter tidigare än dagen före.²⁷

Då GPS förklarades användbart för FOC uppnåddes de grundläggande målen. Efter detta påbörjades en planering på att göra GPS mera modernt. Moderniseringens mål är att noggrannheten och användartillgängligheten förbättras. Flera signaler kommer att börja fungera och markstationsnätet byggs ut.²⁸ GPS får positionen i referenssystemet WGS84.²⁹ (Se kapitel 4)



Figur 4. Satellitbanor.³⁰

²⁷ Lmv-Rapport 2004:16 s. 13

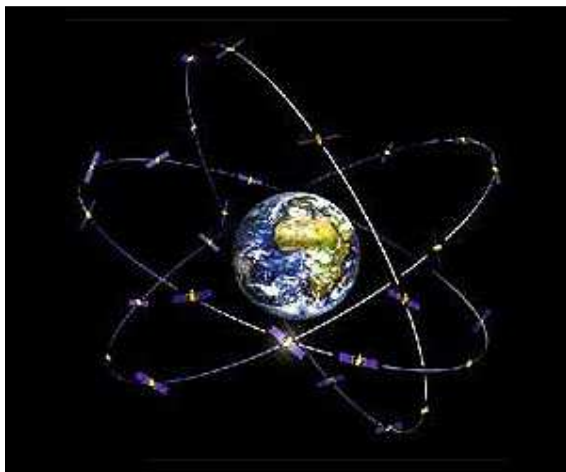
²⁸ Lmv-Rapport 2007:11 s. 14

²⁹ Lmv-rapport 2003:10 s. 6

³⁰ Lmv-Rapport 2004:16 s. 13

2.1.2 Glonass

Glonass är en förkortning av Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, vilket är ett ryskt satellitsystem. Detta ryska system har en global täckning och är militärt från grunden. Systemet ägs av ryska försvarsministeriet, Russian ministry of Defence. Drift- och underhållsansvaret har Federal Space Agency, Roscosmos. År 1976 startade projektet med Glonass och den 12 oktober 1982 sköts den första satelliten upp. Systemet innehåller 24 satelliter varav 3 är reserver. Livslängden är ca 2–3 år för de äldre satelliterna och de nuvarande satelliterna har en livslängd på upp till 10 år. Under vissa tidsintervall hade Glonass ekonomiska svårigheter och resulterade i att satellitantalet sjönk. I början av 2000-talet var antalet satelliter av Glonass-typen nere i åtta satelliter. Satelliterna cirkulerar runt jorden på 19 100 km höjd. Dessa satelliter är fördelade på tre banplan med en inklinationsvinkel på 64,8 grader. Var åttonde dag är satelliterna på samma platser sett från jorden, vilket betyder att omloppstiden är 11 timmar och 15,73 minuter. Glonass-satelliter kontrolleras från det forna Sovjetunionens område. Det kan resultera i att det kan ta många timmar innan det upptäcks ifall att satelliter fått fel och kan åtgärdas.^{31 32} Liksom GPS använder även Glonass ett referenssystem. Referenssystemet använder PZ90 för positionering. Då mätningar sker med både GPS- och Glonass-mottagare omvandlar mottagarens programvara så att positionerna kan presenteras i WGS84.³³



Figur 5. Glonass-satellitbanor.³⁴

³¹ Lmv-Rapport 2007:11 s. 17-20

³² Glonass-ianc.rsa.ru, GLONASS constellation status (hämtat: 06.12.2012)

³³ Lmv-Rapport 2003:10 s. 10

³⁴ Spacedaily.com, Russia to launch 8 Glonass Navigation Satellites in 2011-2013 (hämtat: 06.12.2012)

2.1.3 Galileo

Galileo är ett planerat europeiskt system som inte ännu är färdigt byggt. År 2001 sköts de två första satelliterna upp.³⁵ I oktober 2012 sköts två satelliter till upp.³⁶ Galileo kommer att bestå av 30 satelliter, varav 3 är reserv. Satelliterna kommer att finnas på tre banplan och cirkulera på en höjd på ca 23 333 km runt jorden. Inklinationsvinkeln är 56 grader, jämfört med GPS är det något högre.³⁷ Galileos ägare är Europeiska Unionen (EU) och ESA (European Space Agency). Systemet utvecklas av ESA och ESNI (European Satellite Navigation Industries) som är en union av europeiska rymdrelaterade industriföretag. Galileo kommer att använda sig av referenssystemet GTRF. GTRF är en förkortning av Galileo Terrestrial Reference Frame.³⁸

2.1.4 CNSS

CNSS är ett kinesiskt satellitsystem. Den första testsatelliten som Kina skickade upp var 2000. I och med det börjades byggandet av ett lokalt navigationssystem. Planerna är att systemet skall bestå av 5 GEO-satelliter och 30 MEO-satelliter. MEO-satelliterna befinner sig på ca 21 550 km höjd, fördelat på sex olika banplan. År 2007 sköts den första MEO-satelliten upp. CNSS kommer att bestå av två tjänster, en tjänst för privata användare och en som är för militärt bruk. Den privata tjänsten planeras en noggrannhet på 10 m.³⁹ CNSS ger täckning i Kina och grannländerna. Planer finns att CNSS skall börja fungera globalt, men först 2020.⁴⁰

³⁵ Snsb.se, Två Galileo-satelliter sänds upp på en rysk raket från Franska Guyana (hämtat: 06.12.2012)

³⁶ Esa.int, The future- Galileo- Galileo satellites cleared for launch (hämtat: 06.12.2012)

³⁷ Esa.int, Navigation-The future- Galileo (hämtat: 06.12.2012)

³⁸ Lmv-Rapport 2007:11 s. 21-23

³⁹ Ibid s. 26

⁴⁰ News.discovery.com, China's Satellite Navigation System is Online: Discovery News (hämtat: 28.12.2012)

2.1.5 QZSS

Det finns två mindre kända satellitsystem. Ett av dem är QZSS och är en förkortning av Quasi-Zenith Satellite System. QZSS är ett regionalt system i Japan som består av tre satelliter. Som hörs på namnet skall satelliterna cirkulera nära zenit. På detta sätt kommer det att finnas täckning över hela Japan.⁴¹ Den första satelliten som sköts upp av QZSS var 2010. QZSS ägs av Jaxa (Japan Aerospace Exploration Agency). Satelliter cirkulerar mellan 32 000 – 40 000 km höjd runt jorden. Satelliternas inklinationsvinkel ligger på 40 grader, vilket betyder att omloppstiden är 23 timmar och 56 minuter.⁴²



Figur 6. Höjdskillnad mellan QZSS- och GPS-satelliter.⁴³

2.1.6 IRNSS

IRNSS är den andra av de två mindre kända satellitsystemen. Förkortningen av IRNSS har uppstått genom Indian Regional Navigation Satellite System. IRNSS är ett indiskt system som kommer att bestå av sju satelliter. Tre av de sju satelliterna kommer att vara GEO-satelliter medan de fyra resterande kommer att gå i en så kallad quasi-zenit-bana. På detta vis kommer tillgängligheten vara störst i Indien.⁴⁴ Den första av de sju satelliterna som IRNSS sköts upp under 2000-talet. Satelliterna kommer att befinna sig på 36 000 km höjd över jorden. IRNSS ägs av Indian Space Research organisation.⁴⁵

⁴¹ Lmv-Rapport 2007:11 s. 26

⁴² Jaxa.jp, JAXA | Quasi-Zenith Satellite-1 "MICHIBIKI" (hämtat: 28.12.2012)

⁴³ Ibid

⁴⁴ LMV-Rapport 2007:11 s. 27

⁴⁵ Indianexpress.com, Scientists excited about India's own GPS (hämtat: 28.12.2012)

3 Kartprojektioner

En kartprojektion är en framställning av en referensellipsoid eller en karta av jordens yta eller en del av ytan som avbildas och blir en tvådimensionell karta.⁴⁶ Jorden är inte rund kunde Isac Newton konstatera redan i slutet av 1600-talet. Han fastställde att jorden är platt vid polerna.⁴⁷ Ändå pratas det om att jorden är klotformad, vilket i sin tur inte kan öppnas ut direkt, utan att den plana ytans avstånd, arealer, former och riktningar förvrängs. Därför finns det olika kartprojektioner för olika ändamål. Beroende på vilken projektion som används och till vilket ändamål blir de väsentligaste sakerna realistiska. Beroende på hurudan projektion som önskas, kan jorden projiceras på ett plan direkt, kon- eller cylinderyta.⁴⁸

3.1 Gauss-Kruger projektion

Gauss-Kruger projektionen är det projektionssystem som nu används inom Vasa stad i och med att ETRS89-GKn är i bruk. Förkortas oftast som GK. Gauss-Kruger projektionen har många namn, bland annat Gauss' konforma projektion, Gauss' hannoverska projektion eller också Transversal Mercatorprojektion.⁴⁹ Denna projektion är en vinkelriktig transversal cylinderprojektion. Redan på 1920-talet användes Gauss-Kruger projektionen i Finland för kartarbeten. Sedan 1920-talet har projektionen varit grunden för finska plankoordinatsystem. Gauss-Kruger projektionen är basen för sgs, kks och ETRS-GKn.

Längs medelmeridianen tangerar cylindern jordens yta och blir därmed en passande longitud inom kartområdet i Gauss-Kruger projektionen. Oftast används jämna grader som projektionszoner, t.ex. 21°, 27°, 28°.

Kartprojektionen Gauss-Kruger har en del egenskaper, bland annat att smala projektionszoner reducerar projektionsfelen. I Gauss-Kruger projektionen avbildas medelmeridianen som en längdriktig linje och bildar norraxeln i det rätvinkliga koordinatsystemet. Ekvatorn projiceras som en rak linje och blir öst axeln i

⁴⁶ Maanmittauslaitos.fi, Kartprojektioner (hämtat: 15.03.2013)

⁴⁷ Alltomvetenskap.se, Hur rund är jorden? (hämtat: 15.03.2014)

⁴⁸ Maanmittauslaitos.fi, Kartprojektioner (hämtat: 15.03.2013)

⁴⁹ HMK Geodesi, detaljmätning s. 5

koordinatsystemet. Origo ligger i koordinatsystemets skärningspunkt mellan medelmeridianen och ekvatorn.⁵⁰

För att komma undan negativa koordinater förskjuts origo så att medelmeridianen på y-koordinaten får ett värde på 500 000 m. Skalfaktorn för både kks och EUREF-FIN är 1, medan t.ex. zonbredd, zonantal och ellipsoid skiljer dem åt.⁵¹

3.2 GK-projektion och kks

I Gauss-Krüger projektionen som används i kks är zonerna i projektionen 3° breda. Finland är indelat i sex projektionszoner med medelmeridianer som är 18°, 21° - 33°. Vid beräkning med olika zoner läggs zonnumret (0,1-5) framför E-koordinaten för att få rätta resultat.⁵² Då enhetskoordinatsystem används projiceras Finland i en zon och får då en medelmeridian som är 27°. Den ellipsoid som används inom kks är den Internationella Hayfords ellipsoiden.⁵³

3.3 GK-projektion och sgs

Finland är indelat i 3° breda zoner. Detta för att undvika de största projektionsfelen. Zonernas medelmeridian är 21°, 24°, 27° och 30° öster om Greenwich. X-koordinaterna (nordliga koordinaterna) är beräknade utgående ifrån ekvatorn. För att undvika ett negativt värde på y-koordinaterna (östliga koordinaterna) gavs 500 000 som medelmeridian. För att få rätt medelmeridian på projektionszonerna sattes zonens grader framför 500 000, t.ex. 21 500 000.⁵⁴

⁵⁰ Maanmittauslaitos.fi, Gauss-Krüger (hämtat: 21.03.2013)

⁵¹ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 45-46

⁵² Maanmittauslaitos.fi, Gauss-Krüger (hämtat: 21.03.2013)

⁵³ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 45-46

⁵⁴ Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 16

3.4 GK-projektion och Euref-Fin-koordinatsystem

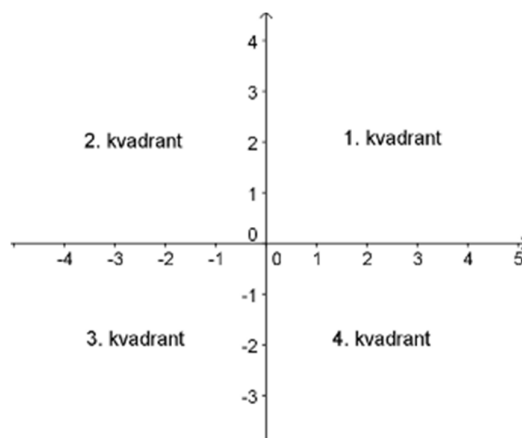
Då Gauss-Krüger-projektion används i samband med EUREF-FIN-systemet är projektionszonernas bredd 1° . Medelmeridianernas gradtal är $19^\circ, 20^\circ - 31^\circ$. Projektionernas antal är 13 stycken. Då Y-koordinaten betecknas sätts gradtalet (19, 20-31) för medelmeridianen före E-koordinaten.⁵⁵

I vissa fall används förkortningen ETRS-GKn, där ETRS är koordinatsystemet som används, GK är kartprojektionerna som används och medelmeridianens gradtal är n, t.ex. ETRS-GK22.⁵⁶

4 Koordinatsystem

Det finns flera olika koordinatsystem, som används runt om i Europa. De olika koordinatsystemen kommer att tas upp i detta arbete. Nämligen ED50-systemet, kks, WGS-84, EUREF89-systemet och EUREF-FIN-systemet.⁵⁷

I ett koordinatsystem redovisas koordinater. Utgående ifrån resultatet av en lägesbestämning fås koordinater. Ett koordinatsystem med vinkelräta axlar mot varandra kallas för kartesiskt koordinatsystem. Även skalan är samma i det kartesiska systemet. Det finns även tredimensionella koordinatsystem. Separata system för höjd och plan används vid lokala mätningar.⁵⁸



Figur 7. Det kartesiska koordinatsystemet.⁵⁹

⁵⁵ Maanmittauslaitos.fi, Gauss-Krüger (hämtat: 21.03.2013)

⁵⁶ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 45-46

⁵⁷ Ibid s. 37-39

⁵⁸ HMK Geodesi, detaljmätning s. 5

⁵⁹ Kartesiskt koordinatsystem (hämtat: 12.02.2013)

4.1 ED50-Systemet

Förkortningen kommer från European Datum 1950 och är ett resultat efter den första utjämningen i Europa av triangelnät. Resultatet blev ett koordinatsystem enhetligt för hela Västeuropa. Genom den internationella ellipsoiden (Hayfords ellipsoiden) 1924 kunde ED50 beräknas.⁶⁰

I Finland finns 291 triangelpunkter av första ordningen som grundar sig på ED50-systemet. Koordinatberäkningens utgångspunkt finns i Simpsiö och är en triangelpunkt. Från ”Army Map Service” erhöles triangelpunktens koordinater.⁶¹

4.2 Helsingforssystemet

Det första systemet i Finland var Helsingforssystemet. Systemet lades som grund för all kartläggning i Finland. Helsingforssystemet kallas även för Statens gamla system (sgs) och på finska Valtion vanha järjestelmä (vvj).⁶² Systemet uppkom genom mätning av triangelnät, som gjordes av Geodetiska institutet. Helsingforssystemet togs i bruk år 1924. Första ordningens triangelpunkt finns i Berghälls kyrka i Helsingfors. Triangelpunkten valdes som utgångspunkt för Helsingforssystemet. I och med det uppkom de astronomiska koordinaterna och utgångsazimuten för punkten.⁶³ År 1966 blev första ordningen av triangelnätets utjämning klart. Några år efteråt, 1970, beslutades det att kks togs i bruk i Finland.⁶⁴

Inom Vasa stad fanns Helsingforssystemet (sgs) i bruk och det användes till och med 15.10.2012. I Vasa stad har systemet kallats HKJ.⁶⁵ Systemet som användes före Helsingforssystemet var en fristående plankarta. Den fristående plankartan hämtades till staden av ryssar. Storleken som användes på kartan var 1:16 000.⁶⁶

⁶⁰ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 37

⁶¹ Ibid s. 37

⁶² Ibid s. 37

⁶³ Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 16

⁶⁴ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 37

⁶⁵ Vaasa.fi, Koordinater (hämtat: 12.02.2013)

⁶⁶ Intervju med Max Nygård, 23.08.2013

4.3 WGS-84

WGS-84 är en referensellipsoid. Systemets förkortning kommer från World geodetic system. Systemet är geocentriskt och koordinatsystemet har placerats så att jordens tyngdpunkt är origo. Jordens rotationsaxel är parallell med Z-axeln. Ekvatorial- och meridianplanet ligger i x-axeln.⁶⁷

4.4 EUREF89

Systemets förkortning kommer från European Reference Frame. I Vancouver 1987 kom den internationella geodetiska kommissionen med en uppgift att göra ett koordinatsystem för hela Europa. Då beslöts att EUREF89-systemet skulle överensstämma med ITRF-systemet vid tidpunkten 1989.0. Systemet är ett stabilt system som fästes vid den eurasiska kontinentalplattan. ETRS89 sammanfaller med WGS-84-systemet och har en noggrannhet som är bättre än en meter. ETRS har förkortats från European Terrestrial Reference system. År 1989 blev 93 GPS-stationer mätta, vilka bildar ett nät. Stationerna är fördelade över hela Västeuropa. ETRS89-systemet har samma utsträckning som GRS80-systemet.⁶⁸

4.5 Euref-Fin

EUREF-FIN är en förtätning av EUREF-nätet i Finland. Förtätningen utfördes 1996–1997 av Geodetiska institutet. I och med förtätning uppmättes hundra nya punkter. Syftet med projektet var att förbättra ihop passningen mellan EUREF och ED50-, ED87-systemen. Mätningens utgångspunkter var fyra stationer med fasta GPS-stationer i Geodetiska institutets nät. Stationerna fanns i Vasa, Joensuu, Sodankylä och Metsähovi. Geodetiska institutet gjorde mätningar under 1998–1999 i samband med EUREF-FIN förtätningen. Under dessa år förtätades EUREF-FIN nätet med 350 bruksfixpunkter i GPS-nätet.⁶⁹

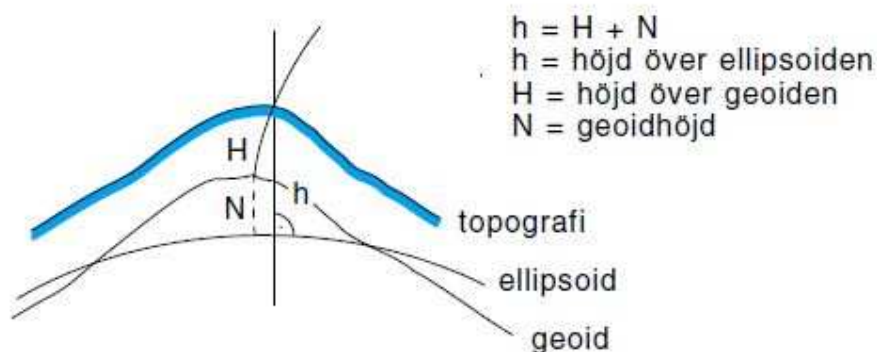
⁶⁷ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 38

⁶⁸ Ibid s. 38

⁶⁹ Ibid s. 38-39

5 Höjdsystem

Med begreppet höjd avses vanligtvis höjd över havet, dvs. sträckan längs lodlinjen från geoiden. Avvikelsen mellan de här höjderna är lika med geoidens skillnad från referensellipsoiden och är på det viset beroende av vilken referensellipsoid som används.⁷⁰



Figur 8. Höjd över ellipsoid och geoid.⁷¹

Genom precisionsvägning har Finlands höjdsystem skapats. Ett fixpunktsnät som är täckande över hela landet. Precisionsavvägningarna i Finland har utförts sammanlagt tre gånger.⁷²

5.1 NN-Systemet

NN-systemet i Finland skapades i anknytning med den första precisionsvägningen. Avvägningen utfördes åren 1892–1910 av Överstyrelsen för väg- och vattenbyggnaderna.⁷³ Avvägningslinjernas gemensamma längd var över 5000 km. Huvuddelen av avvägningslinjerna blev avvägda längs järnvägar medan resten blev avvägda via landsvägar.⁷⁴ NN-systemet har fått namnet från normaalinolla, dvs. normal noll.⁷⁵ Som utgångspunkt för höjden valdes bron till Skatudden i Helsingfors som nollpunkt. Denna punkt är ett stabilt märke i den stigande jordskorpan. Då konstaterades att anslutningspunkten på Observatorieberget ligger ca 30 meter under vad punkten ska vara

⁷⁰ HMK Geodesi, stommätning s. 24

⁷¹ Ibid s. 24

⁷² Ibid s. 24

⁷³ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 41

⁷⁴ Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunokset, 2009 s. 31

⁷⁵ Ilmatieteenlaitos.fi, Keskivesitaulukot (hämtat: 07.04.2013)

ovan på bron. Syftet var att medelnivån för havsvattnet i Helsingfors skulle sammanfalla med referensnivån. Senare konstaterades att referensnivån låg ca 11 cm under den beräknade medelhavsnivån för havsvattnet åren 1904–1909.⁷⁶

5.2 N2000-Systemet

N2000 uppkom som resultat av tredje precisionsavvägningen i Finland. Avvägningen gjordes mellan åren 1978 och 2006. Det är ett gemensamt europeiskt höjdsystem som passar ihop med finska höjdsystem.⁷⁷ Avvägningslinjerna var närmare 9200 km långa och antalet referenspunkter var 6092.⁷⁸ Finland gjorde samarbete med länderna kring Östersjön, där det gjorts avvägningsobservationer. Avvägningsobservationerna finns i Sverige, Norge, Danmark, Holland, delar av Tyskland, Polen och Baltikum. Förkortningen av samarbetet blev BLR (Baltic Levelling Ring).⁷⁹ N2000-systemets höjder skiljer med 13–43 cm från Finlands höjdsystem N60. Den största orsaken är det som skett under 40 år inom landhöjningen.⁸⁰

I och med att Vasa stad har övergått från NN-systemet till N2000-systemet har det skett ändringar på kartorna vilket påverkar uppgjorda planer och bygglov. Det är viktigt att vara uppmärksam på förändringarna åtminstone under en övergångstid på 5 år. Höjdkorrigeringen för Vasa stads del är ca 80 cm.

6 Finlands precisionsavvägningar

I Finland har tre stycken precisionsavvägningar genomförts. Genom precisionsavvägningarna har flera olika höjdsystem uppkommit. De äldre höjdsystemen som uppkommit är delvis i bruk ännu idag. De höjdsystemen som uppkommit i och med avvägningarna är NN-, N43-, N60-, LN- och även det nyaste N2000-höjdsystemet. För tillfället är fyra av höjdsystemen i bruk i Finland. De fyra är NN, N43, N60 och N2000.

⁷⁶ Anvisningar för planläggningsmätning s. 41

⁷⁷ Ilmatieteenlaitos.fi, Keskivesitaulukot (hämtat: 07.04.2013)

⁷⁸ Jhs-suositukset.fi, N2000-korkeusjärjestelmä (hämtat: 08.09.2013)

⁷⁹ Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 32

⁸⁰ Ilmatieteenlaitos.fi, Keskivesitaulukot (hämtat: 07.04.2013)

Det finns olika höjdsystem på grund av landhöjningen i Finland.⁸¹ Landhöjningen varierar från plats till plats i Finland. Landhöjningen i Österbotten är ca 9 mm/år, medan den i södra Finland och Helsingforstrakten är 4 mm/år.⁸² Med jämna mellanrum behövs höjdsystemen uppdateras, detta på grund av landhöjningen.⁸³

6.1 Första precisionsavvägningen

Den första precisionsavvägningen i Finland gjordes av Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen mellan åren 1892 och 1910. Den sammanlagda längden på höjdnätet var över 5000 km. Största delen av avvägningslinjerna gjordes via järnvägarna, medan övriga gjordes via landsvägar. Avvägningens startpunkt byggdes på Observatorieberget i Helsingfors.⁸⁴ Grundmedelfelet för avvägningen var $\pm 1.3 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$.⁸⁵ I beräkningarna hade den ortometriska korrekturen beaktats men inte landhöjningen.⁸⁶ Resultatet av Finlands första precisionsavvägning blev NN-höjdsystemet. NN-höjdsystemets används i små mängder ännu idag inom en del kommuner och vattendomstolar.⁸⁷

6.2 Andra precisionsavvägningen

Den andra precisionsavvägningen gjordes av Geodetiska institutet mellan åren 1935 och 1975. Den sammanlagda längden på höjdnätet var över 8000 km. Avvägningen gjordes till största del via järnvägar, men även via landsvägar, vattendrag och i terrängen.⁸⁸ Grundmedelfelet för den andra precisionsavvägningen var $\pm 0.6 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$.⁸⁹

Genom avvägningen uppkom ett tillfälligt system, nämligen N43. Systemet fick namnet p.g.a. NN-systemets nollnivå sammanfallit med medelvattenståndet år 1943 i Helsingfors. Systemet gjordes för att de avvägda punkterna skulle kunna börja användas så fort som möjligt. När hela första slingan var avväg justerades slingan med korrekturen och

⁸¹ Ilmatieteenlaitos.fi, Keskivesitaulukot (hämtat: 07.04.2013)

⁸² Klimatguiden.fi, Klimatet i Finland förändras (hämtat: 09.10.2013)

⁸³ Ilmatieteenlaitos.fi, Keskivesitaulukot (hämtat: 07.04.2013)

⁸⁴ Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 31

⁸⁵ Lmv-Rapport 1995:20 s. 7

⁸⁶ Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, 2009 s. 4

⁸⁷ Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 32

⁸⁸ Ibid s. 32

⁸⁹ Lmv-Rapport 1995:20 s. 7

slutningsfel. Utgångspunkten valdes till NN-höjdpunkten i Pasila (Nummer 35007). Därefter beräknades höjderna för de andra punkterna i höjdslingan utgående ifrån de justerade höjdskillnaderna. När den andra precisionsavvägningen var mätt uppkom linjer som inte sammanföll med den första precisionsavvägningen. De blev tvingade till samma system genom att justera första och andra precisionsavvägningen så att de sammanföll med varandra.⁹⁰

N60-systemet uppkom när andra precisionsavvägningen i Finland utfördes år 1955. Det var i samband med att avväggningsnätet var utvidgat till polcirkeln. Höjdnätet bestod av 6200 km och 18 slutna slingor.⁹¹ Efter detta genomfördes avväggningsnätets utjämning. Genom utjämningsresultat togs gravitationen och landhöjningen i beaktande. Landhöjningens inverkan beräknades genom en jämförelse mellan resultaten av första och andra precisionsavvägningen. N60-systemets utgångshöjd valdes till medelvattenståndet i Helsingfors i början av år 1960.⁹² Första precisionsavväggningsnätet sträckte sig inte till Lappland. I och med detta togs det i bruk ett tillfälligt system, det så kallade LN-systemet. Först runt 1973–1975 kunde N60-systemet användas i Lappland. Då gjordes det avväggningsnät där landhöjningen kunde definieras.⁹³

6.3 Tredje precisionsavvägningen

Den tredje precisionsavvägningen gjordes av Geodetiska institutet mellan åren 1978 och 2006. Den totala längden på höjdnätet var ca 9200 km. Avvägningen gjordes till största del via landsväg, men även via järnväg.

Resultatet av Finlands tredje precisionsavvägning blev N2000-höjdsystemet. Systemets mål var att det skulle passa ihop med det europeiska höjdsystemet och systemen i Sverige och Norge. Finlands avväggningsnätets utgångsvärde justerades med utjämning och målet uppnåddes. I utjämnningen fanns avväggningsobservationer från Finland, Sverige, Norge, Danmark, Holland, Tyskland, Polen, Litauen, Lettland och Estland. Utjämnningen förkortades till BLR, som står för Baltic Levelling Ring. Utgångsnivån för BLR är Europas höjdsystems utgångsnivå, dvs. NAP Normal Amsterdam Peil. ⁹⁴

⁹⁰ Suomen geodeettiset koordinaatistot ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 32

⁹¹ Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, 2009 s. 4

⁹² Suomen geodeettiset koordinaatistot ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 32

⁹³ Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, 2009 s. 4

⁹⁴ Suomen geodeettiset koordinaatistot ja niiden väliset muunnokset, 2009 s. 32

7 Geoidmodeller

De geoidmodeller som används i Finland grundar sig på de globala geoidmodellerna. Med hjälp av en geoidmodell kan GPS-mätta ellipsoidhöjder omvandlas till ortometriska höjder. I geoidmodellen finns information om jordens tyngdkraftsfält, som gör att modellen får rätt placering.⁹⁵

Formeln som används vid beräkning:

$$h = H + N$$

där H är den ortometriska höjden eller höjd över geoiden, h är ellipsoidhöjden och N är geoidhöjden.⁹⁶

7.1 Globala geoidmodeller

Med hjälp av satelliter har de globala geoidmodellerna uppkommit. I och med detta fanns det möjlighet att knyta samman lokala geoidmodeller till ett globalt referenssystem för geoidhöjder. Flera geoidmodeller togs fram i slutet på 1900-talet.

7.1.1 OSU91A

Geoidmodellen grundar sig på den GEM-T2 satellitframtagen gravitationsmodellen, som har lagts till observationer som är gjorda av GEOSAT-satelliten under ett års tid samt mätningar av gravitationen på jordens yta. I Finland är modellens noggrannhet ca 70 cm och ca 25 cm efter inpassning till ett höjdsystem.⁹⁷

⁹⁵ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 43

⁹⁶ HMK Geodesi, Stommätning s. 24

⁹⁷ Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, 2009 s. 5

7.1.2 EGM96

Målet med EGM96-modellen är att få noggrannheter med minst en meter var som helst på jorden. 1996 uppkom geoidmodellen, därmed uppstod 96 i namnet. I Finland är geoidmodellens noggrannhet ca 15 cm efter inpassning till ett höjdsystem. EGM96 är en förkortning av Earth Gravitational Model 1996.⁹⁸

7.1.3 GGM02

Geoidmodellen bildades vid Texas universitet Center for Space Research. Modellen uppkom genom att observationer gjordes under 363 dagar av satelliten Grace. GGM02S-modellen är framtagen enbart ur data från satelliten Grace. Genom att slå samman tyngdkraftsmätningar gjorda från jorden och GGM02S-modellen, uppkom GGM02C-modellen. Modellen saknar information om de högre breddgraderna, pga. detta ger modellen sämre noggrannhet i Finland. Om de lägre breddgraderna endast beaktas, är denna modell noggrannare än EGM96 i Finland.⁹⁹

7.2 Nordiska geoidmodeller

Det finns flera geoidmodeller som är anpassade för de nordiska länderna. De har blivit framtagna av ländernas geodetiska kommission. Det är en pågående process för att upprätthålla geoiddata. Justeringar och olika kontroller sker därefter de globala geoidmodellerna förbättras. Innan modellen kan tas i bruk vid GNSS-mätningar är det nödvändigt att en inpassning till landets höjdsystem verkställs.¹⁰⁰

7.2.1 NKG96

År 1996 offentliggjordes NKG96 som är en nordisk geoidmodell. NKG96 grundar sig på gravitationsmodellen EGM96. Genom denna modell har det gjorts tyngdpunktsmätningar runt om i de nordiska länderna och även Baltikum och Ryssland. Noggrannheten för

⁹⁸ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 43

⁹⁹ Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, 2009 s. 5

¹⁰⁰ Ibid s. 6

modellen är ca 10 cm utgående ifrån 300 GPS-mätta avvägningpunkter. Genom NKG96-modellens geoidhöjd och GPS-mätningar har det beräknats att geoidhöjdens skillnad RMS (Root Mean Square) är i Finland 12 cm efter inpassning till höjdsystem.¹⁰¹

7.2.2 NKG2004

Denna modell är den nyaste av de nordiska geoidmodellerna. I beräkningen har NKG96-modellen använt bl.a. tyngkraftsdata från Sverige och Norge. GRACE-satelliten användes som grund för observationen som är beräknad av den globala tyngdkraftsmodellen GGM02S. NKG2004-modellen passar mycket bättre GPS-avvagningshöjdavvikelse än NKG96-modellen. I Finland är geoidmodellen NKG2004s geoidhöjd och GPS-avvagningspunkter beräknade. Noggrannheten i geoidhöjden är 5 cm och i lutande plan 3 cm.¹⁰²

7.3 Finlands geoidmodell

Geoidmodellerna i Finland sträcker sig över hela Finland. Beroende av vilken modell som används fås höjder i N60- eller N2000-höjdsystem. Fast modellerna sträcker sig utanför Finlands gränser, ska de inte användas utanför gränsen, pga. att stora noggrannhetsfel kan förekomma.

7.3.1 FIN2005N00

Geoidmodellen FIN2005N00 täcker hela Finlands område. Även om modellen sträcker sig utöver Finlands gränser, rekommenderas användarna att inte använda modellen utanför Finlands gränser. Detta eftersom modellen är anpassad endast till Finlands höjdsystem. Modellen innehåller geoidhöjder, som kan konverteras till normalhöjder inom det finska N2000-höjdsystemet från de ellipsoidiska höjderna som finns i ETRF-89-koordinatsystemet. Om användaren t.ex. vill få en ellipsoidhöjd till N2000-höjd tas punktens motsvarande geoidhöjd ut från FIN2005N00-modellen. Då detta görs måste punktens plankoordinater vara geodetiska koordinater i EUREF-FIN-systemet. Om

¹⁰¹ Suomen geoidmallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa, 2009 s. 7

¹⁰² Ibid s. 7

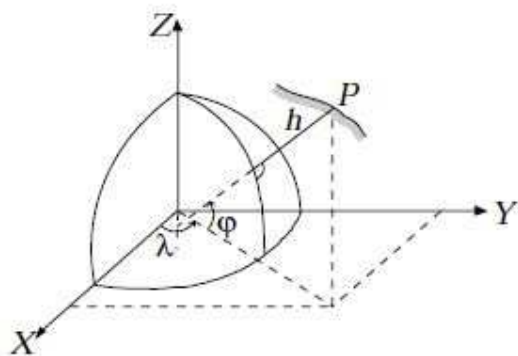
koordinaterna inte är plankoordinater i EUREF-FIN måste en transformation utföras, så att de uppfyller detta.¹⁰³

Då detta är gjort söks punktens läge i en rutnätstabell. Ur tabellen fås geoidhöjder för fyra närliggande punkterna. Punktens geoidhöjd som söktes interpoleras och genom dessa fyra värden används bilinjär interpolation.¹⁰⁴ Även ett annat sätt kan användas, nämligen kringing-interpolation, men bilinjär interpolation har oftast tillräcklig noggrannhet.¹⁰⁵ Då punktens geoidhöjd är känd räknas N2000-höjden ut. Det beräknas genom att ta ellipsoidhöjden minus geoidhöjen. På samma sätt beräknas ellipsoidhöjden ut, genom att ta N2000-höjden plus geoidhöjden.¹⁰⁶

Geoidmodellen kan beställas från geodetiska institutet eller genom att själv göra en transformation på geodetiska institutets transformationstjänst. Modellerna finns i tre olika ASCII-format och är i rutnätsformat.¹⁰⁷

8 Referenssystem

I ett tredimensionellt rätvinkligt koordinatsystem fås enklast en punkts läge i rymden. I tillämpningar inom geodesin används ett geocentriskt system, med jordens medelpunkt som origo.



Figur 9. Ett referenssystem.¹⁰⁸

¹⁰³ Coordtrans.fgi.fi, Geoidmallit (hämtat: 03.04.2013)

¹⁰⁴ Ibid

¹⁰⁵ Söderström 2010, s. 6

¹⁰⁶ Coordtrans.fgi.fi, Geoidmallit (hämtat: 03.04.2013)

¹⁰⁷ Ibid

¹⁰⁸ HMK Geodesi, stommätning s. 19

Där z-axeln är riktad mot Nordpolen och överensstämmer med rotationsaxeln, x-axeln är i meridianplanet sett genom Greenwich och y-axeln följer ekvatorns linje. Punktens läge kan också ges i ett geografiskt koordinatsystem. Då används vinklar, φ (latitud) och λ (longitud), dvs. breddgrad och längdgrad. Även en sträcka från jordens medelpunkt eller från en referensyta behövs.

Då en rotationsellipsoid används som referensyta fås det en bra uppskattning av jordens form, i och med det finns det möjlighet att beskriva jordens form matematiskt. Utgående ifrån rotationsellipsoidens storlek, form och läge kan en referensellipsoid definieras. Genom att ändra på storheterna kan referensellipsoiden sammankoppla sig till jorden inom ett mindre område eller i sin helhet.¹⁰⁹

8.1 Geoiden

En geoid är en figur som projicerar jordklotets form. Ytan på geoiden är ekvipotential, oregelbunden, som motsvarar en lugn havsyttas medelnivå. Geoidens form beskrivs enklast genom tanken att världshaven skulle fortsätta in under land. Geoiden skiljer sig från havsyttans medelnivå pga. olika naturfenomen, t.ex. temperatur förändringar i vattnet, vattnets salthalt, lufttryck, havsströmmar och vindar. Tyngdkraften har ett samband med massan. På grund av att jordens massa är fördelad ojämnt i de inre delarna av jorden, blir ytan på geoiden bucklig. På en del områden är ytan på geoiden längre från massmedelpunkten på jordklotet än på andra områden. Avvikelserna på sträckan mellan jordklotets form och massmedelpunkt och geoiden och massmedelpunkten är mycket små, max 100 meter i förhållande till jordens radie, dvs. jorden är ojämn och utbuktad på vissa ställen.¹¹⁰

8.2 Ellipsoiden

Genom en rotationsellipsoid kan koordinater för en punkt bestämmas på jordytan. En rotationsellipsoid är en matematisk figur som passar bra ihop med geoiden. Ellipsoiden bildas med hjälp av en ellips, som roterar kring sin egen axel. Axeln sammanfaller med jordens rotationsaxel.

¹⁰⁹ HMK Geodesi, stommätning s. 19

¹¹⁰ Maanmittauslaitos.fi, Ellisoid och Geoid (hämtat: 08.09.2013)

Jordens massmedelpunkt fungerar som origo för rotationsellipsoiden, så att den sammanfaller med jordens form. Exempel på rotationsellipsoider är t.ex. GRS80 och WGS-84.

Innan satellitmätning fanns användes rotationsellipsoider som var anpassade så att ellipsoiderna stämde överens med jorden på det berörda området. Exempel på en sådan rotationsellipsoid är t.ex. Hayfords ellipsoiden.¹¹¹

8.2.1 Hayfords ellipsoid

Hayfords ellipsoiden är en referensellipsoid, som introducerades år 1910. Namnet Hayford kommer från geodeten John Fillmore Hayford (1868–1925). Hayfords ellipsoiden kan även refereras till den Internationella ellipsoiden 1924. Hayfords ellipsoiden rekommenderades för användning över hela världen.¹¹²

8.2.2 GRS80

Förkortningen av GRS80 kommer från Geodetic Reference System 1980. Referenssystemet GRS80 togs i bruk 1979 av den Internationella geodetiska kommissionen. GRS80-referenssystemet används bland annat i samband med EUREF-systemet.¹¹³

8.2.2.1 Parametrar

Parametrarna för dessa olika system skiljer lite från varandra. Skillnaden mellan systemens parametrar varierar beroende på vilken ellipsoid som används. Referensellipsoiderna klassificeras av parametrar för a (halva storaxeln) och avplattningen ($1/f$). Parametrar behövs då beräkningar ska utföras. Nedan beskrivs parametrarna för de tre viktigaste ellipsoiderna för detta arbete.¹¹⁴

¹¹¹ Maanmittauslaitos.fi, Ellipsoid och Geoid (hämtat: 08.09.2013)

¹¹² Ngs.noaa.gov, Geodesy for the Layman (hämtat: 08.09.2013)

¹¹³ GRS80 (hämtat: 29.09.2013)

¹¹⁴ Sfärisk trigonometri och jordellipsoidens geometri, 1991 s. 13

Hayfords Ellipsoid 1924

Halva storaxeln (a): 6378388 m

Avplattningen (1/f): 1/207

World Geodetic System (WGS84)

Halva storaxeln (a): 6378137 m

avplattningen (1/f): 1/298.257223563

Geodetic Reference System (GRS80)

Halva storaxeln (a): 6378137 m

Avplattningen (1/f): 1/298.257222101

Avplattningen är ett mått på ellipsoidens form. Ellipsoidens form beräknas enklast enligt formeln:

$$f = \frac{a-b}{a} \quad (1)$$

Där a är halva storaxeln och b är halva lillaxeln. Halva lillaxeln räknas smidigast ut genom att lösa ut b ur formeln ovan.¹¹⁵

$$b = \frac{a}{a \times f} \quad (2)$$

9 Statisk GNSS-stommätning

Statisk GNSS-stommätning går ut på satellitmätning. Med hjälp av satellitmätning bestäms planfixpunkter som är endera anslutningspunkter eller bruksfixpunkter. Beräkning- och observationssystemet vid mätning med satelliter är oftast WGS-84. WGS-84 och EUREF-FIN sammanfaller med varandra i Finland och kan därmed användas vid beräkning för att få tillräcklig noggrannhet.¹¹⁶

¹¹⁵ Sfärisk trigonometri och jordellipsoidens geometri, 1991 s. 12

¹¹⁶ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 11

9.1 Principer för planering av GNSS-stommätning

Planeringen börjar med att punkterna som ska mätas planeras så att de bildar ett system. Inom satellitmätningen används åtminstone fyra utgångspunkter som avgränsar nätområdet. Nätet består av slutna slingor, dvs. vektorer. Längden på vektorerna ska vara så lika som möjligt. Vektorerna inom samma figur skall observeras under minst två olika sessioner för att inte bli för beroende av varandra. Beroende på vilken mätmetod som används, statisk mätning eller snabb statisk mätning, varierar längden på sessionerna. Även mätklasser har en inverkan på sessionens längd. Det finns en del faktor som borde beaktas vid statisk mätning.¹¹⁷ (Se kapitel 10)

En tidtabell görs för observationssessionerna. Sessionernas längd bestäms genom noggrannhetskraven på fixpunkten. Även satellitmottagarens anvisningar och instruktioner från programtillverkaren har en inverkan på längden av sessionerna. Satellitkonfigurationen och antalet satellitmottagare bestämmer observationernas tidpunkter. Om solaktiviteten eller GDOP är höga, bör observationssessionerna vara längre än de riktgivande värdena. Även en obstruktionskarta är bra att ha till förfogande. En obstruktionskarta är en karta som görs utgående ifrån punktens plats. Genom att kontrollera eventuella sikthinder, såsom träd eller hus, blir obstruktionskartan fullständig.¹¹⁸

Mottagarna ställs in med samma lagringsintervall. Vanliga intervall för GNSS-mätning är 15, 20 eller 30 sekunder. Även en minimi elevation på satelliterna ställs in, dvs. antennvinkeln. Vanligast är 15° men även lägre avskärning kan användas.¹¹⁹

9.2 Tillvägagångssätt

GPS-mottagaren med antenn ställs upp med hjälp av ett stativ. Mottagaren centreras lodrätt över punkten. Skillnaden i höjd mellan mottagarens baspunkt och fixpunkt mäts. Höjdskillnadsmätning görs både i början och slutet av sessionen. Höjden mellan mottagaren och punkten mäts med måttband med en noggrannhet på 1mm. Skillnaderna mellan baspunkten på antennen och fixpunkten måste vara tillförlitliga. Olika antenner kan bara användas vid mätning ifall beräkningsprogrammet kan beakta avståndsavvikelserna

¹¹⁷ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 11

¹¹⁸ Ibid s. 11

¹¹⁹ Kursmaterial: Geodesi 3 "GNSS-mätning"

mellan antennkalibreringsvärdena (fysiska centrum) och antennens fascentrum. Då mottagarna är på deras rätta platser, centrerade och sätts på on-läge. Efter förberedelserna kan sessionens mätning starta. För att kunna beräkna vektorerna bör mottagarna samla information från satelliterna under samma tidsintervall. Till exempel om en mottagare startar ½h senare än de andra mottagarna resulterar det i att mottagarna samlar data under en kortare tidsperiod tillsammans. Mottagarna samlar data allt från 5 minuter till 90 minuter beroende på mätmetod och även punkternas klass. Under mätningens gång bör personen som satt upp mottagaren göra ett mätprotokoll. Till dokumentationen över mätningarna fogas mätprotokollet. I mätprotokollet antecknas punktnummer, typ av mottagare, datum, start- och stopptid för mätningen och observatör. Antennhöjden antecknas före och efter mätningen. Även oförutsedda händelser antecknas, såsom om batteriet tagit slut eller mottagaren av någon anledning startat senare än vad som beslutats.¹²⁰

Ensimmäinen Sessio 3.10.2011 klo 12.30 - 15.00						
Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni korkeus	Erityispiirre	Ryhmä
90M9051b	Leica 1200	12:26	15:33	1442		HH/VS
97M3681C	Trimble R8	12:27	15:35	Vinom 1348		HF/ST
10008	Leica 500	12:26	15:23	1594		TV/GN
10022	Leica 500	12:00	15:41	1233		TV/GN
10031	Trimble R8	12:30	15:30	Vinom 1320		MG/ML
11156	Trimble R8	12:30	15:32	Vinom 1294		MG/ML
10026	Leica 500	12:22	15:31	1659		SB
95M9550A	Trimble R8	12:29	15:30	Vinom 1288		PS
10006	Trimble R8	12:21	15:30	Vinom 1656		GS
2011101	Trimble R8	12:45	15:35	Vinom 1389	Myöh. käynni	MH/AA
10001	Leica 500	12:00	15:30	380		KP/HS
1139f	Leica 500	12:30	noin 14:10	1608	Keskeytynyt	KP/HS
1139f	Leica 500	14:10	15:48	1608		KP/HS

Figur 10. Första sessionens mätprotokoll inom Vasa stad.¹²¹

Dagligen efter en mätning med satellitmottagare skall mottagarens innehåll sparas på dator och tömmas på den information den samlat under dagen. Detta pga. att det inte ska försvinna viktigt material. Informationen kontrolleras samt säkerhetskopior görs. Datat som mottagarna samlat är lagrat i eget format. Beroende på om ett Leica-instrument har använts och beräkningen sker i Topcons program omvandlas datat till RINEX-format. Till exempel om Leica används både som instrument och beräkningsprogram görs importen direkt utan att datat omvandlas till RINEX.¹²² Förkortningen RINEX kommer från Reciver

¹²⁰ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 11-12

¹²¹ Vasa stad material: Staattiset mittaukset Vaasa 3-14.10.2011

¹²² Ibid

Independent Exchange Format.¹²³ Därefter görs beräkningar på vektorerna, som sedan fogas till dokumentationsmaterialet.¹²⁴

10 Störningar vid mätning med GNSS

Då GNSS-mätning används kan ett flertal felkällor uppstå. Felkällorna gör att osäkerheten på mätningarna ökar. De största felkällorna inom GNSS-mätning är satelliternas banddata, flervägsfel, antenn, signalkvalité, sikthinder, satellitgeometri, atmosfären samt satellittillgängligheten.¹²⁵

10.1 Satellittillgänglighet

GNSS-systemet är utformat så att mottagaren ska kunna ha kontakt med åtminstone fyra satelliter dygnet runt var som helst på jordklotet. Vid beväxta områden behövs fler än fyra satelliter för att få ett tillförlitligt resultat. Genom att använda GNSS-mottagare som kan hantera flera GNSS-system ökar satelliternas antal. Satellitprognoser kan göras före mätningen genom att använda en GNSS-almanacka som innehåller banparametrar. GNSS-almanackorna blir snabbt oanvändbara. En ny almanacka är att föredra (max två veckor gammal).¹²⁶

10.2 Signalkvalitet och satellitgeometri

Signalkvaliteten påverkas av miljön och atmosfären, som i sin tur inverkar på mätosäkerheten hos mät resultatet. Signalkvaliteten försämras då satelliterna har en lägre elevationsvinkel, t.ex. på 10° över horisonten. Elevationsvinkeln kan ställas in på de flesta instrument, så att satelliterna som går under 10° inte tas med i mätresultatet.¹²⁷

DOP-värde anger satellitgeometrin och är måttet på det geometriska bidraget till mätosäkerheten vid absolut positionsbestämning. DOP-värdet har fått förkortningen från Dilution of Precision. Om DOP-värdet är lågt blir satellitgeometrin bättre. Ju mer spridda

¹²³ Kursmaterial: Geodesi 3 "GNSS-mätning"

¹²⁴ Anvisningar för planläggningsmätning, 2003 s. 11-12

¹²⁵ Lmv-rapport 2007:11 s. 40

¹²⁶ Ibid s. 40-41

¹²⁷ Ibid s. 42

satelliterna är desto lägre blir DOP-värdet. Om DOP-värdet är högt blir positionsbestämningen osäkrare.¹²⁸

Det finns flera varianter av DOP-tal som kan bestämma de obekanta parametrarna. De vanligaste är GDOP (geometrical DOP) som motsvarar de tre positionskoordinaterna och klockfel. Den andra av den mest vanliga är PDOP (position DOP) som motsvarar de tre positionskoordinaterna. Andra DOP-värden som är i användning är till exempel TDOP (time DOP) som är endast klockfel, HDOP (horizontal DOP) som motsvarar två horisontella koordinater och VDOP (vertical DOP) som är endast höjd.¹²⁹

10.3 Sikthinder

Sikthinder uppkommer ifall sikten inte är fri mellan satelliten och antennen på mottagaren. Därför försvårar sikthinder ibland vid GNSS-mätning. Skogar utgör det största hindret vid mätning, då mottagaren inte hittar tillräckligt många satelliter. Då man befinner sig i Norden är det viktigare att det är fritt söderut än norrut, eftersom antalet satelliter är färre i norr än i söder. Oftast går satellitsignalerna genom barrträdkronor medan inga signaler går genom en lövträdkrona. Positionen på mottagaren får då ett sämre resultat ifall mätningen sker i eller i närheten av en barrskog då satellitsignalerna inte når fram till mottagaren (ju torrare, desto bättre).¹³⁰

10.4 Antenn

Referensstationen och rovern behöver inte använda samma typ av antenn. Viktigt är att antennhöjden mäts till rätt ställe beroende på var referensmarkeringarna finns. Referensmarkeringen anges ofta i förhållande till ARP (Antenna Reference Point). ARP är oftast till den nedre delen av antennen. Vanligen mäts antennhöjden lutande från punkten på marken till en skild referensmarkering.¹³¹ Den lutande höjden kallas vanligen för slant.¹³²

¹²⁸ Lmv-rapport 2007:11 s. 42

¹²⁹ Ibid s. 42

¹³⁰ Ibid s. 43

¹³¹ Ibid s. 43-44

¹³² Kursmaterial: Geodesi 3 "GNSS-mätning"

10.5 Flervägsfel

Flervägsfel eller multipath är en vanlig felkälla som uppstår då satellitsignalerna möter en reflekterande yta, t.ex. en spegelblank vattenyta eller ett plåttak. Ifall signalen möter en reflekterande yta studsar signalen mot ytan innan den möter mottagaren. På detta sätt kan samma signal komma från två olika håll. I värsta fall kan den felaktiga signalen komma fram ifall sikten är skymd. Multipath kan undvikas genom att antennen är anpassad så att den inte kan ta emot signaler underifrån.¹³³

10.6 Banddata

Positionen för satelliten kallas banddata. Satellitmeddelande sänds ut kontinuerligt av satelliterna. När banddatat är fel, blir även mätningarna fel. Felen ökar hela tiden när avståndet mellan mottagaren och basstationen blir längre. Då avståndet mellan mottagare och basstation är mindre än 30 km blir mätfelet endast några millimeter, pga. av fel i banddata.¹³⁴

10.7 Atmosfären

Då satelliterna skickar ut signaler skär de genom atmosfären innan signalerna når GNSS-mottagaren. Signalernas hastighet påverkas av atmosfären och kan därför vara en felkälla inom GNSS-mätning. Troposfären och jonosfären är de skikt som är närmast jordytan i atmosfären.¹³⁵

10.7.1 Jonosfären

I jonosfären frigörs elektroner som kommer från solens strålning. Jonosfärens påverkan gör bärvägsmätningar för korta medan kodmätningarna blir för långa. På grund av antalet elektroner i jonosfären påverkas signalerna olika. Dessutom påverkas signaler med olika frekvenser på olika sätt. Antalet elektroner i jonosfären är vanligen lägre på natten än på

¹³³ Lmv-rapport 2007:11 s. 44

¹³⁴ Ibid s. 44

¹³⁵ Ibid s. 45

dagen. Genom mätning av två frekvenser kan signalvägen beräknas, därmed sänder satelliterna signaler på minst två frekvenser.¹³⁶

Strålningsaktiviteten från solen påverkar även mätningarna. Strålningsaktiviteten har en periodicitet på ca 11 år och solens aktivitet varierar från plats till plats på jorden. Närmare polerna är solens effekt snabb med mindre variationer, medan solens effekt är större vid ekvatorn. Hög strålningsaktivitet ger orsak till skalfel i mätningar. Strålningsaktiviteten bidrar med att det blir svårare att lösa periodbekanta och profilbortfall. Scintillationerna kan göra att signalen från satelliten inte hittas av mottagaren.¹³⁷

10.7.2 Troposfären

Närmast jordytan (ca 0–10 km upp) finns troposfären. Troposfären består av molekyler t.ex. vattenånga, syre och kväve som påverkar signalerna från satelliterna, på samma sätt som en ljusstråle påverkas av ett prisma, böjs och fördröjs signalerna då de förflyttar sig genom troposfären. Troposfärsfördröjningen varierar beroende på lufttryck, temperatur och luftfuktighet. Minsta påverkan på satellitsignalen fås under en klar och kall vinternatt under en period av högtryck.¹³⁸

Fördröjningen av signalerna som sänds ut från satellit i zenit och en mottagare som befinner sig på havsytans nivå, motsvarar en ca 2,5 meters extra sträcka. Större delen av sträckan (2,2 meter) kommer effekterna av alla molekyler förutom vattenånga och kan genom mätning av lufttryck eller från olika generella modeller. Vattenångans påverkan varierar från 0–30 cm och är väldigt svår att mäta.¹³⁹

¹³⁶ Lmv-rapport 2007:11 s. 45-46

¹³⁷ Ibid s. 45-46

¹³⁸ Ibid s. 46-47

¹³⁹ Ibid s. 46-47

11 De statiska GPS-mätningarna inom Vasa stad

Hösten 2011 påbörjades projektet med GNSS-stommätning inom Vasa stad. Stadens GNSS-stommätning planerades av en konsult i Björneborg. De gjorde även beräkningen av nätutjämnningen. Transformationen mellan Helsingforssystemet och ETRS-GK22 gjordes av Geopixel.¹⁴⁰

11.1 Planering

Ett planeringsmöte hölls i september 2011 där medverkande i projektet sammankallades. Det gjordes en inventering på mätbara punkter. Utredningar gjordes om hur instrumenten fungerade och vilka inställningar som skulle användas i instrumenten. Allt planerades så att mätpersonalen kunde ta sig till mätpunkterna utan större problem, t.ex. nycklar till bommar anskaffades och skuggande träd avverkades.

De statiska mätningarna gjordes under tidsperioden 3.10–14.10.2011. Mätningarna utfördes av sammanlagt 16 personer. Av dessa var 2 personer från Korsholms kommun och en lärare samt elever från Yrkesakademin i Österbotten (YA!).¹⁴¹

11.2 Instrument

Till mätningen fanns tolv GNSS-GPS-mottagare till förfogande. Av de tolv mottagarna som användes var fem stycken av typen Leica 500, en av typen Leica 1200 och resten var Trimble R8. Av dessa mottagare äger Vasa stad sju stycken. De fem andra var hyrda från bl.a. Björneborgs stad, Korsholms kommun och YA!¹⁴²

¹⁴⁰ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset"

¹⁴¹ Vasa stad material: "Koordinaattimuunnoksesta johtuva staattisen mittauksen suunnitelma"

¹⁴² Ibid

11.3 Mätpunkter

Punkterna som användes under mätningen bestod både av stadens- och statens punkter. Även tre stycken nybyggda punkter användes. Två referenspunkter användes, de var GL Vasa (Geodetiska institutets mätpunkt), som är belägen i Rimal och Geotrim VRS-punkten är belägen i Klemetsö. Punkten i vattentornet (10001) i centrum av Vasa och punkten på Vasklot (1139F) medverkade i de fyra första sessionerna. Åtta stycken punkter är statens punkter. Statens punkter är utspridda från Replotbron (90M9051B) i norr till Skatila (97M8671B) i öst, Solf/Rimal (87M5193) i söder och Sundom (94M4801) i väst. (Se bilaga 1) ¹⁴³ Statens punkter är triangelpunkter av andra ordningen. Nätet som punkterna är mätta i är ETRS89.¹⁴⁴ Stadens punkter är sammanlagt 20 stycken och är utspridda inom området som avgränsas av statens punkter. (Se figur 13) De tre nybyggda punkterna är belägna vid Tekniska verket, Grusgatans lager och Korsholms ämbetsverk.¹⁴⁵

11.4 Utförandet

Veckan före mätningen blev mätkarlarna och andra medverkande på Grusgatan instruerade hur mottagarna funderade. Mottagarna och andra hjälpmedel blev kontrollerade att de fungerade. Mätningarna utfördes i sju sessioner. Utgående ifrån satellittillgängligheten påbörjades den första sessionen 3.10.2011 kl. 12.30–15.30. Beroende på satellittillgängligheten har sessionerna blivit mätta mellan kl. 8.00 och 15.30.¹⁴⁶ (Se bilaga 2)

Mätningarna utfördes under tre timmar långa sessioner. För varje punkt gavs bilagor, som bestod av punktkort, fotografi och karta på punkten. Även mätprotokoll och mätningsinstruktioner hörde till bilagan. Varje mätningsgrupp antecknade instrumenthöjden i mätprotokollet. Under mätningsförfarandet användes en avskärmning (mask) på 10°. Lagringsintervallet som användes under mätningarna var 30 sekunder.¹⁴⁷

¹⁴³ Vasa stad material: Karta "Saattiset mittaukset, Muunnospisteet"

¹⁴⁴ Karttapaikka.fi (hämtat: 10.03.2014)

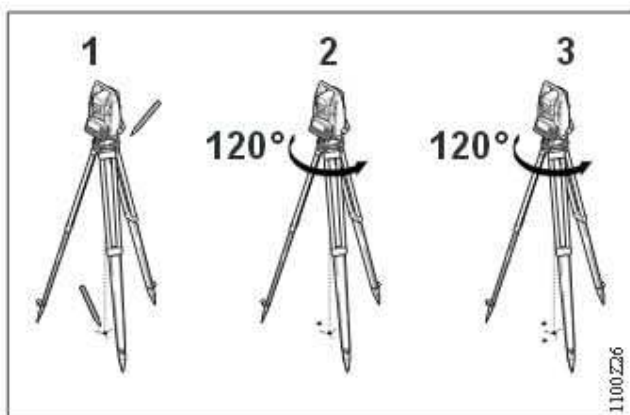
¹⁴⁵ Vasa stad material: "Koordinaattimuunnoksesta johtuva staattisen mittauksen suunnitelma"

¹⁴⁶ Ibid

¹⁴⁷ Ibid

11.4.1 Kontroll av optiska lod

Kontroll av optiskt lod gjordes på alla mätinstrument innan stommätningen påbörjades.¹⁴⁸ Kontroll av optiska lod görs med fördel inomhus genom att ställa upp stativ med en trefot. Ett papper kan läggas under stativet för att kunna markera med en blyertspenna lodets markpunkt. Sedan vrids trefoten 120° kring sin egen axel två gånger och dessa punkter markeras. De tre punkterna bildar en triangel. Felet av det optiska lodet definieras genom att utgå från triangelns mittpunkt. Noggrannheten som är möjlig att uppnå för optiska lod är 1 mm.¹⁴⁹



Figur 11. Kontroll av optisk lod.¹⁵⁰

12 Beräkning av Vasa stads GNSS

I följande kapitel kommer beräkningen att redovisas, både Vasa stads beräkning och min egen beräkning. Beräkningarna skiljer sig från varandra, bl.a. genom programmen som beräkningarna blivit gjorda i.

12.1 Vasa stads beräkning

Då projektet GNSS-stommätning blev beräknat för Vasa stads del användes Move3 som beräkningsprogram. Programmet är licensierat av Leica Geosystems. Beräkningen gjordes 31.10.2011 av konsulten i Björneborg. Vid beräkningen användes WGS-84 som koordinatsystem.

¹⁴⁸ Personlig konversation med Klas Blom, 06.03.14

¹⁴⁹ Leica-geosystems.com, System user manual (hämtat: 10.03.2014)

¹⁵⁰ Ibid

12.1.1 Vektorberäkning och fri nätutjämnning

Enligt material jag fått ta del av från Vasa stad framkommer att resultatet av beräkningen blev samma som i den fasta nätutjämnningen. Materialet består av en beräkningsrapport från Björneborgs mätningstekniker, där beräkningen gjordes för Vasa stads del. Där konstaterades att resultatet blev samma som i den fasta nätutjämnningen. Vektorberäkningen gjordes på 33 punkter, varav 9 kända punkter, 24 okända och 2 referenspunkter. Ur rapporten framkommer antalet observationer i vektorberäkningen. Observationernas antal som användes i beräkningen var 231. Ur rapporten fås längd och avvikelse på vektorerna.¹⁵¹

12.1.2 Fast nätutjämnning

Den fasta nätutjämnningen gjordes på 33 punkter. Varav 9 är kända punkter, 24 okända och 2 referenspunkter. Referenspunkterna var GL Rimal och Geotrim VRS. Utgående ifrån stadens beräkningar framkommer det att 231 observationer har blivit använda. Antalet är baserat på bl.a. de kvarvarande vektorerna efter att den fria nätutjämnningen är utförd. Utgående ifrån den fasta nätutjämningsrapporten fås information om punkternas residualfel, vektorernas residualfel, punkter som inte blivit godkända och även koordinater.

De 9 kända punkterna och punkten i Rimal matades in med rätta koordinater. Geotrim VRS punkt fungerar som en okänd punkt i beräkningarna. I beräkningarna framkommer observationernas residualfel. Observationernas residualfel varierar mellan 0–5 mm i både longitud, latitud och höjd. Medan vektorernas residualfel varierar mellan 0–6,5 mm. Programmet Move3 beräknar själv den högsta noggrannhetsspecifikationen. Den lägsta noggrannheten finns på vektorn mellan punkterna 10012 och 10072. Den noggrannheten hamnade på 24,5 ppm. På vektor mellan punkt 94M4801 och 10009 ligger noggrannheten på 22,2 ppm. Medan den högsta noggrannheten finns på vektorn mellan punkterna VAAS och 10007. Där noggrannheten var 0,1 ppm.¹⁵²

I koordinattestet framkommer punkter som innehåller fel. Dessa punkter som innehåller fel får i beräkningen ett varningsuttropstecken, vilket kan tolkas som att punkten innehåller fel

¹⁵¹ Programrapport ur MOVE3, Leica Geosystems

¹⁵² Ibid

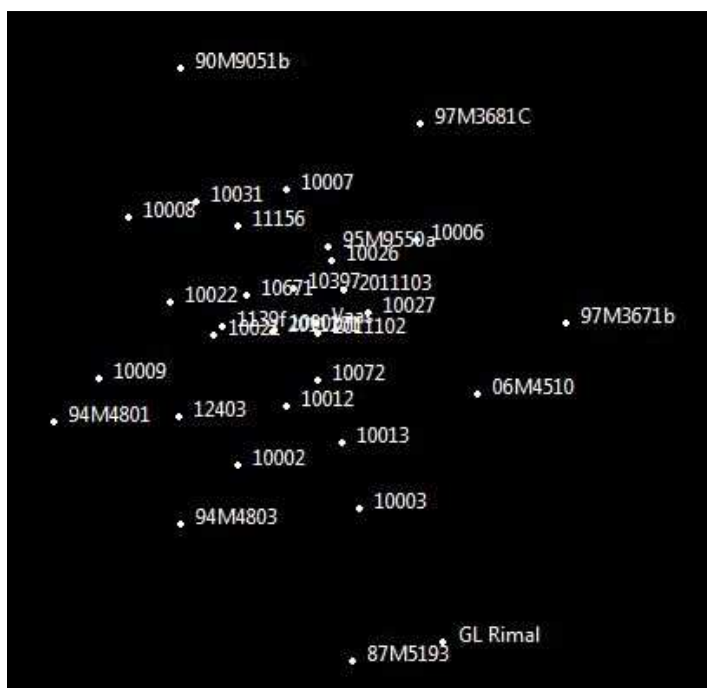
enligt programmet. Enligt programrapporten innehåller ca 18 % av vektorerna fel (41/231). Felen som uppstått finns endera i x-, y- eller höjddled.¹⁵³

12.2 Min beräkning

Beräkningen utfördes i skolans nyaste GNSS-beräkningsprogram. Programmets namn är Magnet Office Tools och är licenserad av Topcon. För att kunna utföra beräkningen av Vasa stads GNSS-stommätning importerades data från GNSS-stommätningen som gjordes inom Vasa stad hösten 2011. Datat som importerades består av satellituppgifter som GNSS-mottagarna samlat under mätningdagarna på de 31 punkter som finns runt omkring i Vasa. I programmets inställningar skulle koordinatsystem anges, vilket i denna beräkning är ETRS-GK22.

12.2.1 Vektorberäkning

Då datat från mätningdagarna 3.10–14.10.2011 importerades till Magnet Office Tools uppstod punkter i programmet. Mätdata jag har fått ta del av är från Vasa stads mätningsservice.

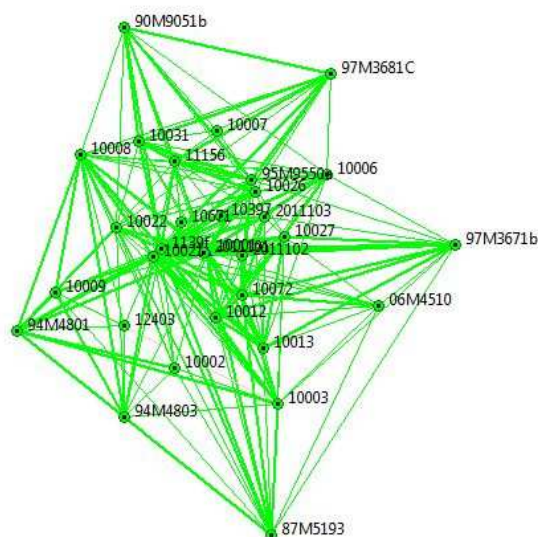


Figur 12. De importerade punkterna.¹⁵⁴

¹⁵³ Vasa stad material: Leica nätutjämningsrapport

Då allt data från mätdagarna importerats till programmet, namngavs punkterna med deras rätta punktnummer. En del punkter hade fått felaktiga namn under importen till programmet, de ändrades till deras rätta punktnummer. De punkter där ett Leica-instrument användes, uppgav programmet automatiskt att Leica använts. Punkterna där Trimble användes som instrument blev manuellt insatta. Även instrumenthöjden skrevs in i inställningarna för punkterna. Beroende på vilket instrument som användes skulle instrumenthöjden väljas som endera slant eller vertikal. Leica-instrumenten använder vertikal mätning medan Trimble R8 använder slant eller vertikal mätning som definition på mätningen av instrumenthöjden. Då alla inställningar för punkterna blivit gjorda, utfördes beräkningen på punkterna.

Genom att utföra beräkningen bildades vektorer mellan punkterna. Då beräkningen utfördes bildades ett system där punkterna blev sammankopplade till vektorer, dvs. två punkter bildar en vektor. Efter att punkterna blev vektorer, blev de endera gröna eller röda. De gröna vektorerna är beräknade medan de röda innehåller något fel och kunde därmed inte beräknas. På de vektorer som blev röda ändrades elevationsvinkeln till ett högre värde. Den högsta elevationsvinkeln, som är 25 grader finns på vektor mellan 11156 till GL Rimal. Den vanligaste vinkeln bland dessa vektorer är 15–20 grader. Inom vektorberäkningen användes alla punkter, medan det i nätutjämnningen sätts endel i offline-läge. I programmet fås kvalitén på observationerna i millimeter.



Figur 13. Punkter och vektorer.¹⁵⁵

¹⁵⁴ Ur beräkningsprogrammet MAGNET office Tools (utklipp: 14.02.2014)

¹⁵⁵ Ur beräkningsprogrammet MAGNET office Tools (utklipp: 14.01.2014)

12.2.2 Fri nätutjämnning

Den fria nätutjämnningen har beräknats med punkt 10001 (vattentornet) koordinater fasta. De fasta koordinaterna för punkt 10001 har tagits från Lantmäteriverkets karttjänst, Kartplatsen. Koordinaterna för punkten finns inte tillgängliga i ETRS-GK22 koordinater i kartplatsens register.¹⁵⁶

Genom att använda Magnet Office Tools inbyggda utjämningsfunktion kunde programmet skriva en utjämningsrapport. I rapporten framkommer punkter som innehåller fel, t.ex. stora variationer i horisontalt eller vertikalt läge. Andra fel kan vara sådana som uppkommit under mätningen eller i efterbehandlingen, t.ex. skrivfel iform av fel instrument på fel punkt.

Vektorer som inte passade in i systemet vid utjämnningen sattes i offline-läge, vilket betyder att de lämnades bort från utjämningsberäkningen.

12.2.2.1 Koordinatomvandling

I och med att koordinaterna för utgångspunkterna inte finns som ETRS-GK22 koordinater, på Lantmäteriverkets kartplats, gjordes en koordinatomvandling från ETRS89-TM35Fin till ETRS-GK22.

Genom att använda Geodetiska institutets omvandlingsprogram (www.coordtrans.fgi.fi) kunde koordinater beräknas. Genom att mata in koordinaterna i ETRS89-TM35FIN och göra endel inställningar kunde programmet omvandla och ge koordinaterna i ETRS89-GK22.

¹⁵⁶ Karttapaikka.fi (hämtat: 07.01.2014)

Figur 14. Omvandling mellan ETRS-TM35FIN och ETRS-GK22.¹⁵⁷

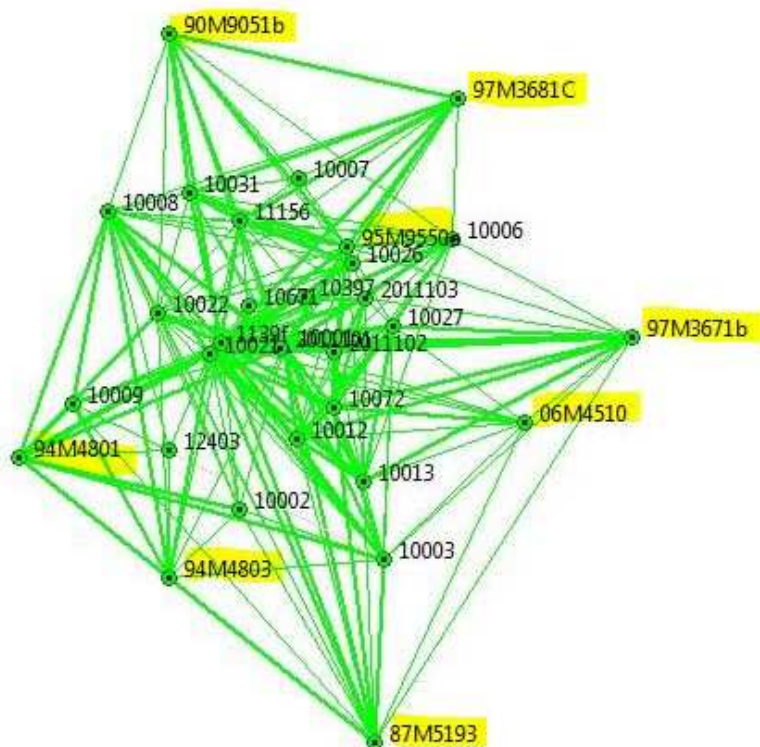
12.2.3 Fast nätutjämning

Vid den fasta nätutjämningen fästes de åtta statliga punkterna med kända koordinater. Med striktare regler för att punkterna skulle godkännas sattes flera vektorer i offline-läge under beräkningens gång. Eftersom en del av punkterna innehåller någon form av fel utelämnades punkterna automatiskt av programmet, pga. att punktens noggrannhet i horisontellt eller vertikalt läge översteg ett förinställt noggrannhetskrav. Andra vektorer sattes i offline-läge pga. noggrannhet eller problem som uppstod under utjämningen, t.ex. ett problem var att vektorerna inte gick att beräkna fast elevationsvinkeln ändrades. Genom beräkning av utjämningen fås en rapport på standardosäkerheter och utjämnade koordinater på stadens punkter, dvs. 22 punkter.

Viktenhetens standardosäkerhet (grundmedelfel) beskriver om observationernas (vektorernas) beräknade standardosäkerheter har rätt storlek. Ett värde som är nära 1, visar att vektorernas a-priori standardosäkerheter är rätt. Ett värde mindre än 1 visar att a-priori värdena är för små (för noggranna). Vid beräkning av vektorkomponenterna, får deras standardosäkerheter orealistiskt små värden. De måste i praktiken skalas upp för att de ska få mera realistiska värden. I detta fall konstaterades att a priorifaktorn ska vara 1,75 i horisontalt läge medan i vertikalt läge 1,9. Detta leder till att a-posteriorivärdet, viktenhetens standardosäkerhet, blir 1 i denna beräkning..¹⁵⁸

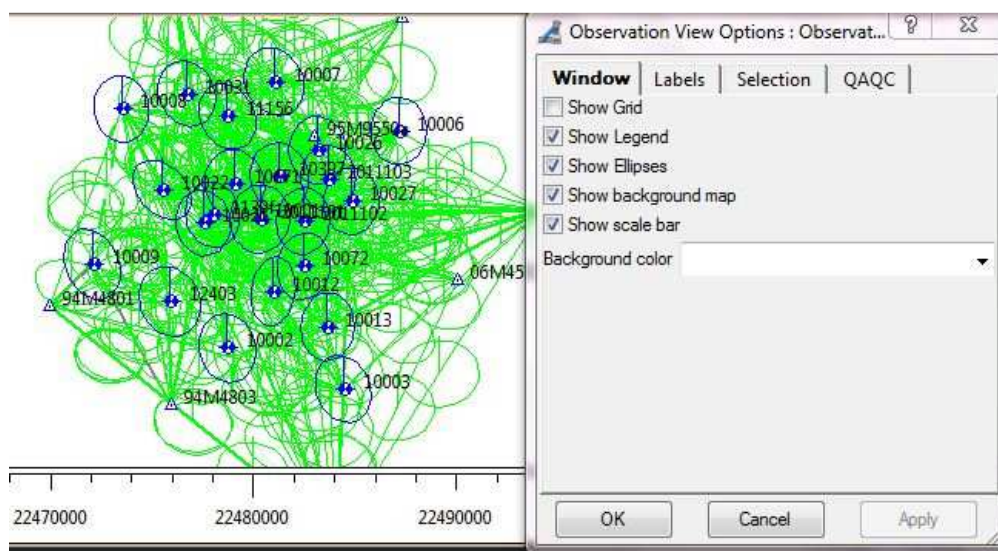
¹⁵⁷ Coordtrans.fgi.fi, FGI Coordinate Transformation service (hämtat: 14.01.2014)

¹⁵⁸ MAGNET office Tools, inställningar (hämtat: 13.01.2014)



Figur 15. De 8 statliga punkterna.¹⁵⁹

Utgående från programmet fås ellipsoid standardosäkerheter. Genom att klicka i att ellipsoider ska visas, förvandlas bilden över punkterna och vektorerna till sträckor med cirklar. Cirklarna visar osäkerheterna på ellipsoiderna.



Figur 16. Standardosäkerheterna i vektorerna.¹⁶⁰

¹⁵⁹ Ur beräknings programmet MAGNET office Tools (utklipp: 14.01.2014)

12.2.4 Relativa noggrannheten

Relativa noggrannheten kan beskrivas som en extern noggrannhet. Den relativa noggrannheten beror på felkällor som uppkommit under mätningen. Den relativa noggrannhetens storleksordning vid statisk GNSS-mätning är i allmänhet $\sim 5 \text{ mm} \pm 0,5\text{--}1 \text{ ppm}$. Även instrumenttillverkarnas noggrannhetskrav överensstämmer med dessa siffror.¹⁶¹

¹⁶² Den relativa noggrannheten beräknas på följande sätt

$$\frac{\sqrt{n^2 + e^2}}{\text{dist.}} \quad (3)$$

där n är standardavvikelsen i nordlig riktning, e är standard avvikelsen i östlig riktning och dist. är distansen.¹⁶³

Den lägsta relativa noggrannheten för denna beräkning finns i punkt 12403. Detta pga. den största standardavvikelsen i horisontellt och vertikalt läge. (*Se bilaga 3, Magnet tools nätutjämningsrapport: Adjusted Point Quality*) Distansen fås genom den kortaste och närliggande vektorn som blivit mätt, dvs. 10021–12403. (*Se bilaga 3, Magnet tools nätutjämningsrapport: Used GPS Observations*) Avvikelseerna anges i millimeter medan avståndet anges i kilometer. Den relativa noggrannheten för beräkningen:

$$\frac{\sqrt{3^2 + 2^2}}{4,192044} \approx 0,86$$

Beräkningen utfördes i Magnet Office Tools. Magnet Office Tools stöds av Topcon. Genom att infoga filerna från GNSS-mätningen som gjordes inom Vasa stad till programmet kunde beräkningen utföras. Programinställningar såsom vilket koordinatsystem som används ställdes in.

¹⁶⁰ Ur beräknings programmet MAGNET office Tools (utklipp: 20.01.2014)

¹⁶¹ Alleninst.com, Trimble R8 GPS (hämtat: 14.01.2014)

¹⁶² Leica-geosystems.com, GPS Surveying System 500 (hämtat: 14.01.2014)

¹⁶³ Ibid

12.2.5 Jämförelse

Beroende på vilka vektorer som är med i utjämningen fås olika resultat. Genom att jämföra mina beräknade koordinater med Vasa stads beräknade koordinater skiljer de inte märkbart. En liten skillnad finns på ~ 2 cm i punkt 10009.

Genom att välja bort de tio vektorerna som automatiskt blivit bort valda och fyra vektorer till, fås en skillnad på 2,1 cm i y-led på punkt 10009. Koordinaterna på de andra punkterna varierar mellan 0–1 cm. *(Se bilaga 4, Exceltabell: Jämförelse 1)*

En annan jämförelse baserar sig på samma beräkning, men några till vektorer valdes bort, pga. av endera fel i horisontellt eller vertikalt läge. Programmet meddelar vilka vektorer som kan vara till problem. Genom att välja bort ytterligare tre vektorer uppkom nya resultat. En jämförelse med stadens koordinater och mina beräknade koordinater konstaterades att punkt 10009 är oförändrad i y-led, men 3 mm närmare stadens koordinater i x-led. Även punkt nummer 10021 närmades med 1 mm i vardera riktning. *(Se bilaga 5, Exceltabell: Jämförelse 2)*

En tredje jämförelse är gjord utgående ifrån samma beräkning, men inga andra vektorer valdes bort förutom de tio punkter programmet själv valde bort. Resultatet blev fortfarande på en skala mellan 0–2 cm avvikelse från stadens resultat. Skillnaden från de två andra jämförelse blev att punkt 10009 fick den näst största avvikelsen i y-led, dvs. 1,9 cm. Jämfört med de två andra jämförelserna blev resultatet 2 mm närmare stadens koordinater. *(Se bilaga 6, Exceltabell: Jämförelse 3)*

12.2.6 Analys

Under den fria utjämningen uppkom stora fel i bl.a. höjd på en del punkter. Detta resulterade i att kontrollera om de fanns något synbart fel. Felet hittades i tabellen över GNSS-mätningarna. En teori är att instrumenten hade förväxlats på något sätt. Enligt programmet skulle punkten i fråga vara Leica, men enligt tabellen hade Trimble används som instrument. Efter korrigering av detta blev höjden mer anpassad, som de andra punkternas höjder.

Eftersom programmet valde automatisk bort vektorer blev antalet mindre. De vektorer som automatisk valdes bort motsvarar 0,25 % av vektorernas antal. Slutligen fick 407 vektorer

vara med i beräkningen. De vektorer som programmet själv valde bort var tio stycken och innehåller alla punkt nummer 10009, endera som startvektor eller som slutvektor. I och med att punkt nummer 10009 automatiskt valdes bort kan slutsatsen dras att den innehåller något fel. Felet kan eventuellt bero på centreringsfel på punkten, fel uppgifter vid inmatning eller någon annan form av störning av satellitdata.

Efter beräkning av den fasta nätutjämnningen gjordes en rapport på beräkningen. Där framgår allt från vilka punkter som är länkade till varandra, avstånd på vektorerna, residualfel (restfel), standardosäkerhet och de beräknade koordinaterna. (*Se bilaga 3*)

12.2.7 Jämförelse med referenspunkterna

Jämförelsen mellan mina beräknade koordinater och stadens beräknade koordinater blev ca 2 cm oberoende om vektorer satts i offline-läge eller om de medverkade i beräkningen. I och med att koordinaterna skiljde sig från varandra, kom tanken att det kan beror på att punkterna GL Rimal och Geotrim VRS inte är med i min beräkning. För att testa detta, hämtades satellitdata för punkterna GL Rimal och Geotrim VRS för de dagar mätningarna gjordes.

Uppgifter om Geotrim VRS-punkten har jag fått ta del av genom Vasa stad. Uppgifterna kommer från Björneborg, där GNSS-stommätningen blev beräknad från början. Materialet innehöll tre dagar med observationer för Geotrim VRS.¹⁶⁴

Material om punkten GL Rimal har jag fått genom Geodetiska verkets hemsida, där satellitbanddata kan laddas ner varifrån som helst i världen.¹⁶⁵ Även punkten i Rimal finns med i listan över referenspunkter världen över. Det första som görs är att räkna ut den rätta GPS-dagen. Det görs enklast genom att ta reda på mätningens datum. I det här fallet ägde stommätningen plats den 3–14.10.2011 och endast de fyra första sessionerna medverkade referenspunkten i Rimal. De fyra sessionernas mätningar skedde 3–5.10. GPS-dagarna fås i en löpande nummer ordning från 1-365 beroende på vilken dag som ska användas. Till exempel GPS-dag 1 motsvarar 1.1 och GPS-dag 365 motsvarar 31.12. I det här fallet är det dag 275-277 i GPS-almanacka som motsvarar 3–5.10.

¹⁶⁴ Personlig epost kommunikation med Klas Blom, 27.01.2014

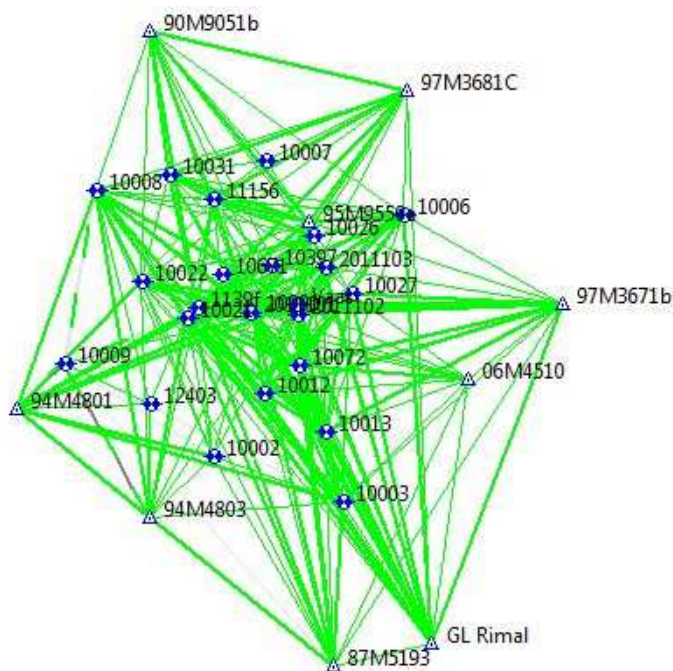
¹⁶⁵ Igs.bkg.bund.de, GNSS data center (hämtat: 28.01.2014)

Genom Geodetiska verket har erhållits koordinater för punkten GL Rimal. Koordinaterna finns i EUREF-FIN koordinater i endera x-, y-, z-format eller latitud, longitud och höjd. En omvandling gjordes i Geodetiska institutets omvandlingsprogram för att få koordinaterna i ETRS-GK22. (Se kapitel 12)

Den fasta nätutjämnningen upprepades och de två referenspunkterna medverkar i utjämnningen. För att testa om koordinatresultatet skulle börja se likadan ut som stadens beräkning gjordes flera utjämnningar genom att sätta fler eller färre vektorer i offline-läge. Slutligen sattes ytterligare tre vektorer i offline-läge, vilket visade sig vara det resultat som överensstämmer bättre med stadens resultat. Resultatet består liksom i den förra nätutjämnningen med en skillnad mellan mina och stadens beräknade koordinater. Skillnaden är som störst på punkt 10009 på 1,8 cm. (Se bilaga 7, Exceltabell: Jämförelse 4)

Vid kontroll av att de statiska observationerna på de olika punkterna har rätta inställningarna, och i genomgången av antennhöjder hittades fel i definitionen på mätningen av instrumenthöjden, dvs. slant eller vertikal mätning. Flera punkter hade blivit insatta som vertikal fast det skulle vara slant som definition. Definitionen av höjdmätningen ändrades på punkterna som fått fel definition. Genom ändringen uppstod nya koordinater för punkterna. Från föregående jämförelse blev resultatet 7 mm bättre på punkt 10009 i y-led. Skillnaden mellan stadens och mina koordinater är 1,1 cm i y-led och i x-led 1,0 cm på punkt 10009. (Se bilaga 8, Exceltabell: Jämförelse 5)

I och med att vektorerna blev flera till antalet då GL Rimal och Geotrim VRS tillkom, ändrades faktorn för viktenhetens standardosäkerhet (a-posteriori-värde). A-priorifaktorn ändrades i vertikalt läge från att ha varit 1,9 till 1,6 och i horisontalt läge från 1,75 till 2,1.



Figur 17. Referenspunkterna i beräkningen¹⁶⁶

Till skillnad från beräkningen som gjordes åt Vasa stad innehåller den beräkningen 231 vektorobservationer, medan det i min beräkning finns 411 vektorobservationer. Antalet observationer ökade i antalet då referenspunkterna tillkom. Antalet vektorobservationer är 180 flera i min beräkning än i den beräkningen som konsulten från Björneborg gjort. Orsaken till att jag har fler observationer kan vara att beräkningsprogrammet Magnet Tools räknar de avbrutna mätningar till skilda observationer, medan Leica-programmet som konsulten använt adderar ihop de som blivit avbrutna. Andra orsaker kan vara att glonassatelliterna och vektorer som går genom hela systemet inte är med i konsultens beräkning.

¹⁶⁶ Ur beräkningsprogrammet MAGNET office Tools (utklipp: 20.01.2014)

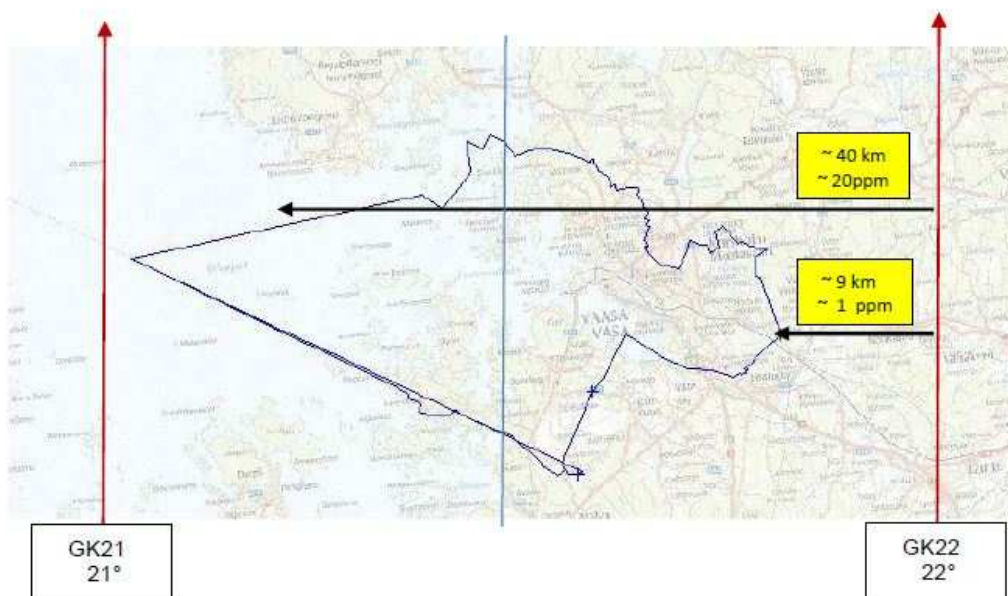
13 Transformation mellan stadens gamla koordinatsystem och stadens nya plankoordinatsystem

I ibruktagandet och övergångsskedet av ett nytt plankoordinatsystem behövs ett noggrant och pålitligt lokalt koordinatsystem <-> EUREF-transformationer, för att kunna omvandla stadens numeriska kartmaterial från ett koordinatsystem till ett annat. Stomnätens stompunkter och även punkterna i det nät som används, förnyas i huvudsak alltid genom mätningar och inte genom transformationer.

Under transformationens början fanns både Helmerttransformation och affin transformation som förslag på transformationer. Den fyra parametriga Helmerttransformationen används vanligtvis som transformationsmall, pga. bra egenskaper. Den affina transformationen förlitas på då Helmerttransformationen görs i ett gammalt system där det har funnits en del fel.¹⁶⁷

13.1 Projektionszon

Tidigare i detta arbete har det nämnts att Vasa stad har haft sgs som koordinatsystem.



Figur 18. Bilden visar var GK-systemet är beläget¹⁶⁸

¹⁶⁷ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset" Geopixel Oy 2012

¹⁶⁸ Ibid

Enligt figur 16 är både GK21- och GK22-zonerna lika bra som kartprojektionszoner. Vasa stad valde därmed GK22-zonen som kartprojektionszon. Utgående ifrån bilden fås maximi- och minimikorrigeringar i det nya GK22-projektionszonen. I princip är GK21-zonens korrigeringar i samma storleksklass, men GK22-zonen har mindre projektionskorrigeringar, vilket passar bra ihop med Vasas fastland.¹⁶⁹

13.2 Transformationsparametrar

Transformationen som användes var Helmert 4-parametriga transformation. Inom transformationen användes parametrarna för origoförflyttning (X_o , Y_o), rotationsparametrar (a , b) och skala (m).

Med hjälp av JHS154-riktlinjer har beräkningar gjorts på alla koordinattransformationer med gemensam medelmeridian. Transformationen skulle uppfylla två kriterier, dvs. samma medelmeridian och samma kartprojektionstyp.

Transformationen mellan olika medelmeridianer och kartprojektioner är inte tillåten (t.ex. sgs1<-> GK22). Att det inte är tillåtet beror på att transformationen medför onödiga och betydande fel. Felens storlek beror främst på de transformerade punkternas placering i projektionszonerna.¹⁷⁰

13.3 Transformation eller omvandling

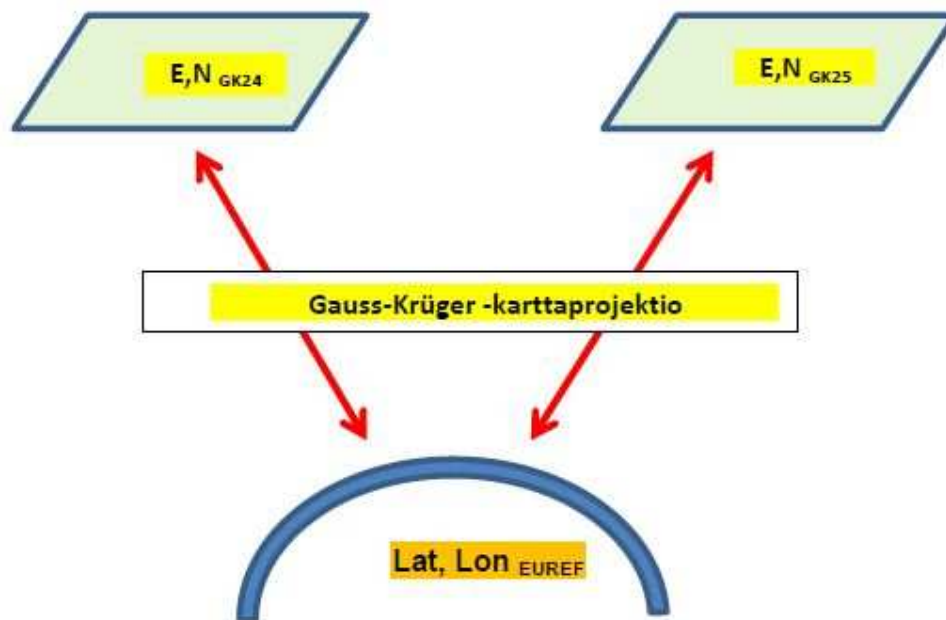
Oftast används Helmerttransformation, då beräkningar sker mellan olika datum (sgs <-> EUREF), dvs. en matematisk koordinattransformation. Då en koordinattransformation sker uppstår alltid transformationsfel. Felens storlek beror på de transformerade punkternas kvalitet.

Koordinatkonvertering betyder att koordinaterna projiceras på nytt i samma datum, men annan projektionszon. Från en zon till annan förflyttas det genom att transformera startzonens plankoordinater (t.ex. GK24) på kartprojektion till geografiska koordinater i ett visst datum. Sedan projiceras på kartprojektion till plankoordinater på slutzonen (t.ex.

¹⁶⁹ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset" Geopixel Oy 2012

¹⁷⁰ Ibid

GK25). GK-systemets skala på medelmeridianen har angetts som $m=1.000$, medan UTM-kartprojektionens skala är $m=0.9996$.¹⁷¹



Figur 19. Zonförflyttningens grundprincip¹⁷²

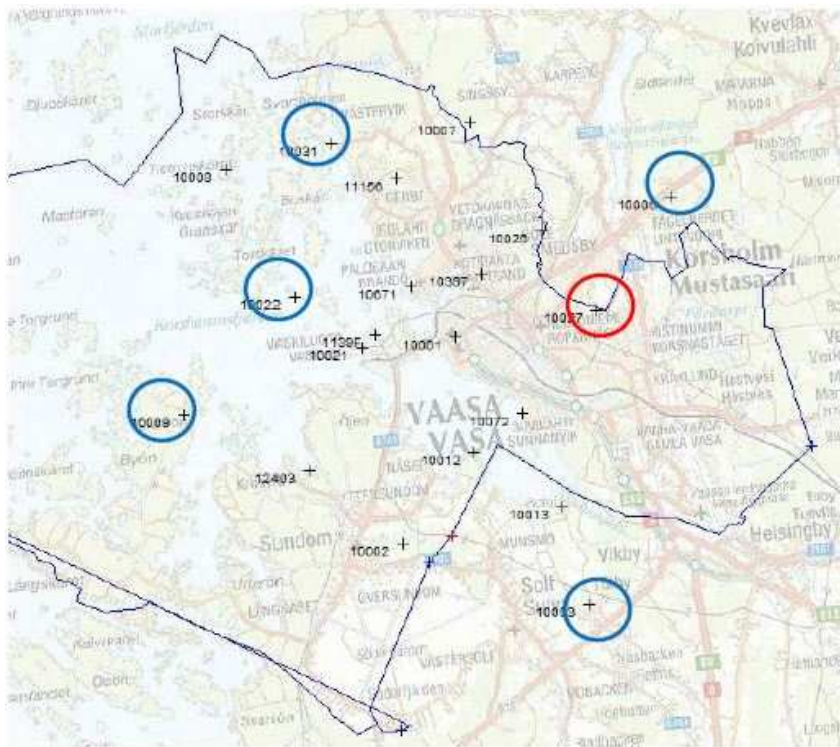
13.4 Vasas helmerttransformation

Inom området som täcker Vasa finns 20 transformationspunkter. En del punkter har sämre noggrannhet än andra. Därmed blev en gräns för underkända punkter, 99 %. Dvs. att de punkter som har dålig noggrannhet eller andra fel, väljs bort under transformationen.¹⁷³

¹⁷¹ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset" Geopixel Oy 2012

¹⁷² Ibid

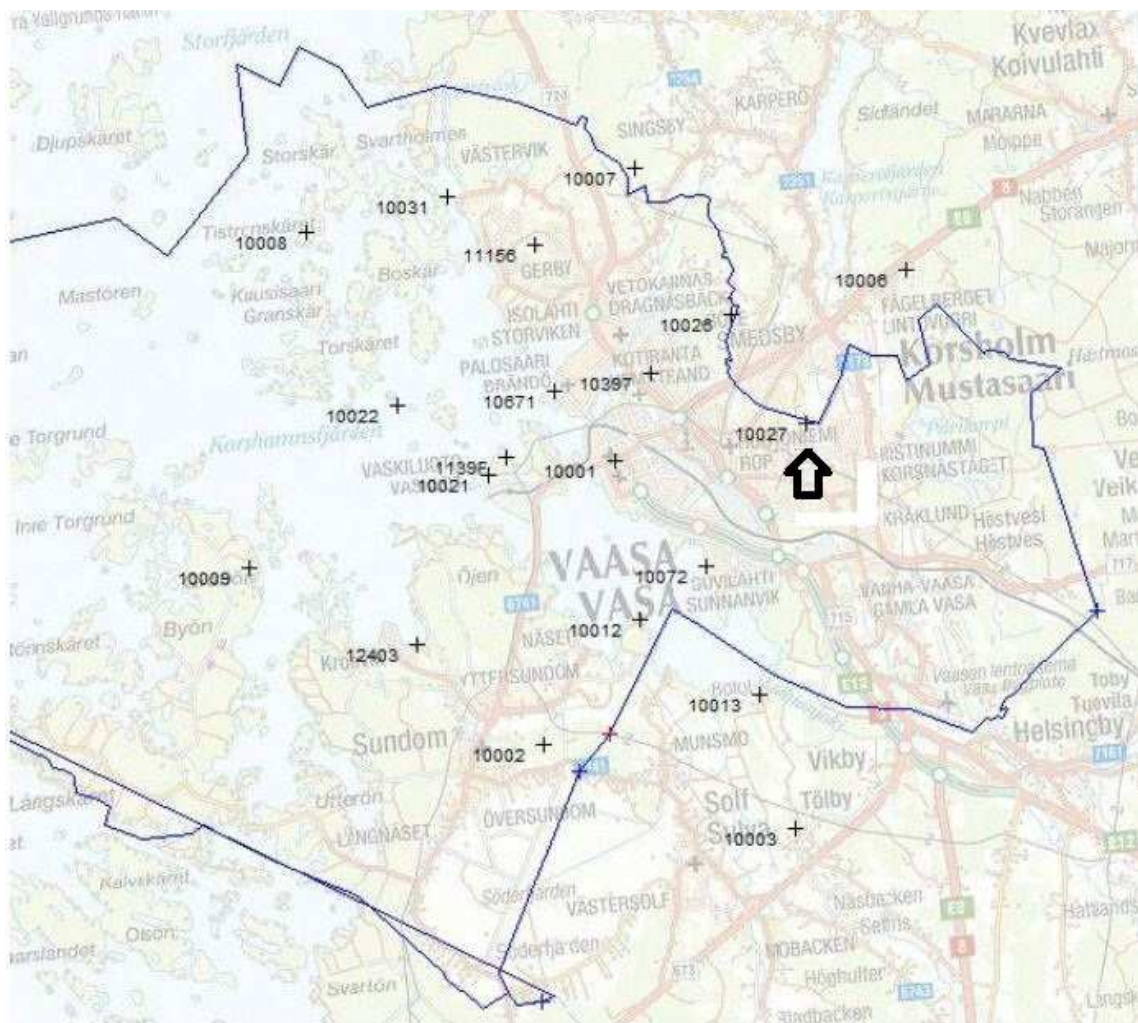
¹⁷³ Ibid



Figur 20. De underkända punkterna¹⁷⁴

I detta fall borde dessa sex punkter uteslutas från beräkningarna pga. att de innehåller grova fel. Efter vidare beräkning, konstaterades att gränsen för underkänt kan höjas med 0,9 % från 99% till 99,9 %. I och med det kunde transformationen gå att utföras genom att bara underkänna en punkt (10027). I och med att en punkt blev underkänd gjordes beräkningen på 19 punkter.

¹⁷⁴ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset" Geopixel Oy 2012



Figur 21. Pilen visar punkten som blev underkänd¹⁷⁵

Efter att transformationen blev klar, konstaterades det att medelfelet mellan det gamla och nya koordinatsystemets förflyttning-, rotations- och skalfel blev $\pm 0,025$ m.¹⁷⁶

¹⁷⁵ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset" Geopixel Oy 2012

¹⁷⁶ Ibid

13.5 Helmerttransformationsformel

Med hjälp av transformationsparametrarna transformerades startsystemets koordinater till resultatsystemets koordinater.

Grundregeln för sgs → EUREF-GK-plantransformation är att transformationen endast sker mellan de utvalda zonparen. Efter transformationen av EUREF-datum, görs inom projektzonerna en flyttning mellan zonerna, där skalan kan ändras om det behövs.¹⁷⁷

Transformationsformeln sgs→GK21 formas med parametrar enligt följande:

$$N_{GK21början} = N_{flyttning} + (N_{VVJ1_{start}} * a) - (E_{VVJ1_{start}} * b)$$

$$E_{GK21början} = E_{flyttning} + (N_{VVJ1_{start}} * b) - (E_{VVJ1_{start}} * a)$$

Transformationsformel GK21→VVJ1 formas enligt följande:

$$N_{VVJ1början} = N_{flyttning} + (N_{GK21_{start}} * a) - (E_{GK21_{start}} * b)$$

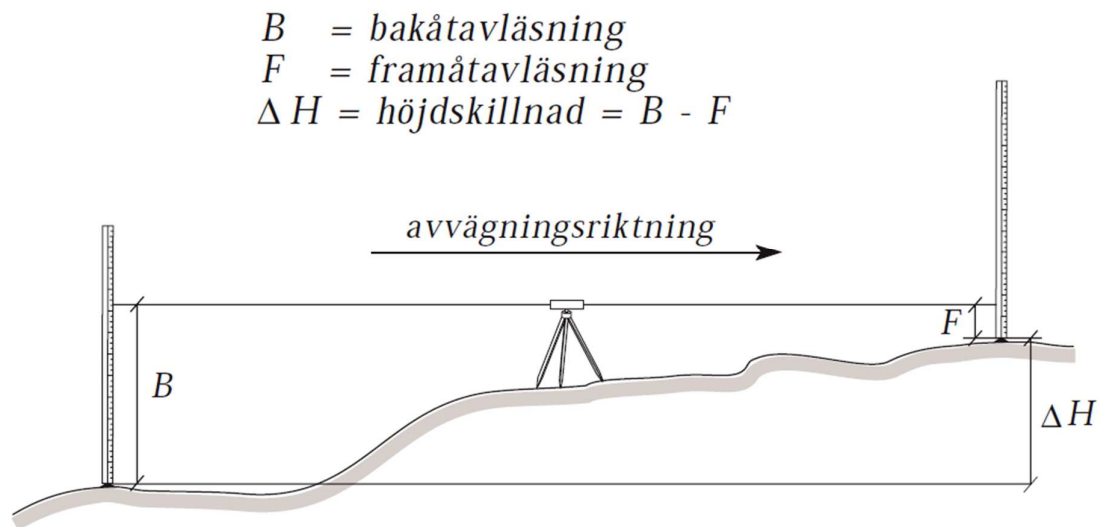
$$E_{VVJ1början} = E_{flyttning} + (N_{GK21_{start}} * b) - (E_{GK21_{start}} * a)$$

¹⁷⁷ Vasa stad material: "Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset" Geopixel Oy 2012

¹⁷⁸ Ibid

14 Avvägning

Med olika metoder kan en höjdmätning utföras, dvs. en avvägning. Det finns olika avvägningsformer, t.ex. precisions-, standard- och finavvägning. Även trigonometrisk höjdmätning är en annan form av avvägning. Vid avvägning används en kikare med vattenpass eller kompensator medan en takymeter kan användas vid trigonometrisk höjdmätning. Höjdmätning kan även utföras med GNSS-mätning, men då uppstår besvär med referenssystem. Inom byggsammanhang görs avvägningar med hjälp av plangivare. En avvägning sker med en horisontell linje eller ett plan. Genom det kan höjdskillnader bestämmas.¹⁷⁹



Figur 22. Huvudprincipen för avvägning¹⁸⁰

14.1 Avvägningsinstrument och tillbehör

Ett avvägningsinstrument består till sin grund av en kikare och ett vattenpass. Ett ingraverat hårkors finns i kikaren, som definierar en horisontell linje genom centrum av hårkorset. Den horisontella linjen kallas siktaxel eller kollimationsaxel. Då en avvägning utförs ska kollimationsaxeln vara horisontell. Det kan enklast göras med ett vattenpass. Det finns olika typer av vattenpass, rörvattenpass och dosvattenpass. Vattenpasset kallas även för libell. Även en latta, vilket är en avvägningsstång, behövs vid avvägning.¹⁸¹ Innan en

¹⁷⁹ Kompendium i Geodetisk mätningsteknik s. 28

¹⁸⁰ HMK Geodesi, Detaljmätning s. 50

¹⁸¹ Kompendium i Geodetisk mätningsteknik s. 29

avvägning sker bör instrumentet vara kontrollerat och justerat. Kontroller som bör göras innan en mätning sker är parallaxfel och kollimationsfel.¹⁸²

14.1.1 Standardavvägning

Standardavvägning är den vanligaste formen av avvägning. Det är den enklaste formen av avvägning. Avvägningen tillämpas ofta inom bruksnät vid stommätning och detaljmätning. Mätosäkerheten vid stommätning ska vara mindre än 7 mm/km och 5 mm/km beroende på om enkel- eller dubbelbestämning använts.¹⁸³

14.1.2 Finavvägning

Finavvägning används inom anslutningsnät vid stommätning, deformationsmätning och vid mätsituationer där liten mätosäkerhet krävs. Vid denna avvägning krävs ett noggrant instrument och invarstänger. Mätosäkerheten är 1,5 mm/km. För att komma under mätosäkerheten krävs en digital avvägare. En invarstång är en trästång, som har en metallremsa som är tillverkad av legeringen invar, dvs. 65 % stål och 35 % nickel. Metallremsan är fast i bottenplattan på lattan och upphängd med en fjäder i lattans andra ända. Genom detta kan lattan röra sig pga. förändring i temperatur och fukt. Metallremsan hålls på rätt ställe tack vare invaret. I och med det påverkas den inte av temperaturförändringen eller fukt.¹⁸⁴

15 Avvägningen inom Vasa stad

Avvägningen påbörjades våren 2012 och slutfördes under hösten 2013. Avvägningarna utfördes av mätkarlarna från Vasa stads mätningsservice.

¹⁸² Kompendium i Geodetisk mätningsteknik s.35

¹⁸³ Ibid s. 35

¹⁸⁴ Ibid s. 35

15.1 Instrument

Avvägningsinstrumentet som användes vid avvägningarna inom Vasa stad var av märket Topcon och var avsedd för avvägning. Modellen på instrumentet var DL 101c.¹⁸⁵



Figur 23. Topcon avvägningsinstrument¹⁸⁶

Till avvägningsinstrumentet användes två stycken lattor. De hör till avvägningsinstrumentet och är av modell SJ3. Lattorna som användes är båda invarlattor.¹⁸⁷ (Se kapitel 14)

15.2 Avvägningssträckorna i Vasa

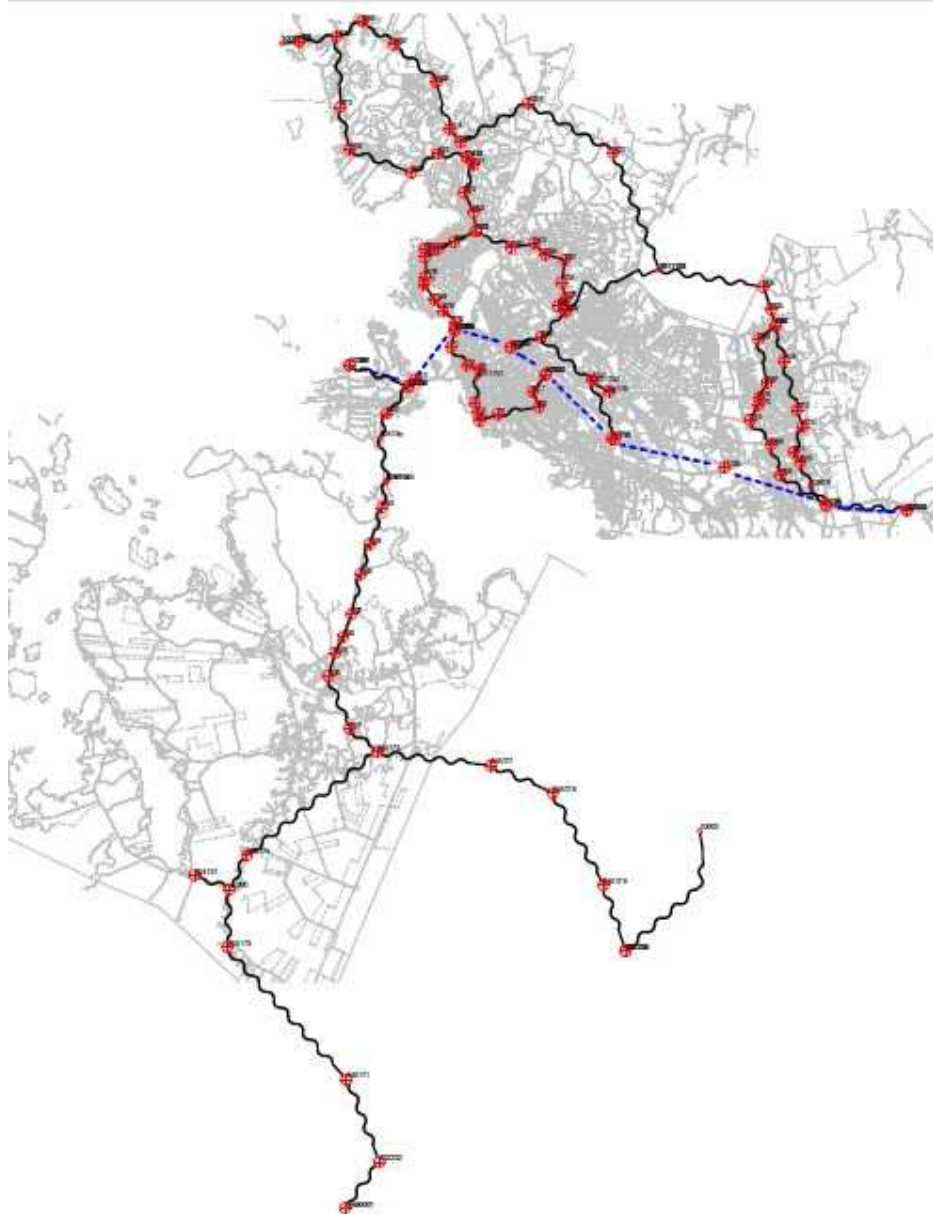
Avvägningarna har skett runt om i Vasa och i delar av Korsholm och Malax. För att få en överblick hur stor avvägningsprojektet var, är det enklast att se Vasa centrum som mittpunkt. Norr om centrum gjordes avvägningar i Gerby-Västervik-, Störviken-Brändö- och Brändö-Hemstrand-Centrum-områdena. Öster om centrum gjordes avvägningar i Korsnäståget-Gamla Vasa och Hemstrand-Smedsby. Söder om centrum gjordes avvägningar runt Sjukhemsgatan mot Högbacken. Vidare söderut och den längsta sträckan som avvägdes var Vasklot via Sundom vidare till Malax. Även en sträcka med avvägda punkter finns i Solf-Tölby-området. Även i stadskärnan gjordes avvägningar från Sandviken mot Brändö.¹⁸⁸

¹⁸⁵ Interju med Klas Blom, 30.11.2012

¹⁸⁶ Topcon.com, Topcon Electronic digital level (hämtat: 14.01.2014)

¹⁸⁷ Interju med Klas Blom, 30.11.2012

¹⁸⁸ Vasa stad material, Avvägningsfiler



Figur 24. Karta över endel av avvägningssträckorna¹⁸⁹

¹⁸⁹ Vasa stad material, "Vaaituskartta.pdf"

16 Slutsats

16.1 Kritisk granskning och diskussion

Examensarbetets syfte var att dokumentera GNSS-stommätningen som blivit utförd inom Vasa stad. Genom examensarbetets syfte ville jag ge en inblick i hur en GNSS-stommätning och dess efterbehandling går till.

Skrivandet av detta examensarbete har medfört lärorik fakta för mej. I stort sett har det mesta varit nytt för mig och hoppas att jag kommer att ha nytta av kunskapen i mitt framtida yrkesliv. Jag har fått en grundlig lärdom i GNSS-teknik genom skrivandet av detta examensarbete. Denna kunskap som jag fått i och med arbetet anser jag är svår att få enbart genom studier under lektionstid.

Framförallt har jag lärt mig om GNSS-mätteknik, fast jag inte medverkade vid mätningarna. Nu i efterhand skulle det ha varit lärorikt att medverka i GNSS-stommätningar. Examensarbetet är ett av de största projekten jag genomfört under min tid på Yrkehögskolan Novia. Jag kan så här i efterhand konstatera att en strikt tidplan skulle behövs för att få arbetet klart snabbare.

Från början visste jag inte direkt hur mitt examensarbete skulle se ut, men efter många timmars funderande, skrivande och beräknande av koordinater, blev det till slut ett ingenjörsarbete. Till största del anser jag att jag har uppfyllt syftet med arbetet. Syftet var att dokumentera stommätningens olika delar, samt delvis hur mätningen gått till, efterbehandlingen och beräkning av stommätningen. Slutligen blev det en dokumentation av GNSS-stommätning som gjorts inom Vasa stad. Grunderna för GNSS-teknik och lite om de olika satelliterna som finns i världen beskrivs i detta arbete. Även lite historia om Helsingforssystemet som användes före ETRS-GK22 togs upp.

Det intressantaste under arbetets gång har varit beräkningsdelen. I och med att programmet som beräkningen blev utförd i var nytt för skolans del och för mig, blev det en hel del utmaningar. De första dagarna med det programmet var utmanande. Med lite hjälp på traven började det fungera bättre.

Ny teknik kommer förmodligen att göra detta examensarbete föråldrat inom några år, men så här såg det ut 2011–2013. Vidare forskning inom samma ämne kan göras med andra instrument än de Vasa stad har använt. Då fås antagligen andra resultat på mätningarna.

Även beräkningar av de gamla koordinaterna på vissa punkter, till nya koordinater kunde utgöra vidare forskning efter detta examensarbete.

Förhoppningsvis kommer examensarbetet att vara till nytta för Vasa stad och även för andra som läser det. Nyttan av detta examensarbete är att de som inte har någon uppfattning vad GNSS-stommätning går ut på, får en uppfattning av GNSS-teknikens grunder och olika felkällor. Detta examensarbete kan fungera som undervisningsmaterial, speciellt för dem som kommer att utföra mätningar med GNSS-instrument.

Källförteckning

Litteraturkällor

Ekman, Martin (1991)
Sfärisk trigonometri och jordellipsoidens geometri
Lantmäteriverket
ISBN 91-7774-030-0

Lantmäteriverket (2003)
Anvisningar för planläggningsmätning
Helsingfors, Edita
ISBN 951-48-0176-8

Lantmäteriverket (1996)
HMK- Geodesi, Detaljmätning
Lantmäteriverket, Gävle
ISBN 91-7774-041-6

Lantmäteriverket (1996)
HMK- Geodesi, Stommätning
Lantmäteriverket, Gävle
ISBN 91-7774-041-6

Mårtensson, Stig-Göran
Kompendium i Geodetisk mätningsteknik
Högskolan i Gävle
Version 2012-1

Bilker-Koivula, Mirjam & Ollikainen, Matti (2009)
Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa
Geodetiska institutet
ISBN: 978-951-711-259-8

Häkli, Pasi, Puupponen, Jyrki, Koivula, Hannu & Poutanen, Markku (2009)
Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset
Geodetiska institutet
ISBN: 978-951-711-273-4

Söderström, Mats (2010)
Presisionsodling i Sverige
Lantbrukarnas riksförbund
ISSN: 1652-2826

Internetkällor

China's Satellite Navigation System is Online
Discovery
www.news.discovery.com
(Läst: 28.12.2012)

Ellipsoid och Geoid
Lantmäteriverket
www.maanmittauslaitos.fi
(Läst: 08.09.2013)

Gauss-Krüger
Lantmäteriverket
www.maanmittauslaitos.fi
(Läst: 21.03.2013)

Geodesy for the Layman
The Defense Mapping Agency
www.ngs.noaa.gov
(Läst: 08.09.2013)

Geoidimallit
Geodeettisen laitoksen koordinaattimuunnospalvelu
www.coordtrans.fgi.fi
(Läst: 03.04.2013)

GLONASS, constellation status
Federal space agency information- analytical centre
www.glonass-ianc.rsa.ru
(Läst: 06.12.2012)

GNSS data center
Federal Agency for Cartography and Geodesy
<http://igs.bkg.bund.de>
(Läst: 28.01.2014)

GPS och annan mätningsteknik- GNSS-status
Lantmateriet
www.lantmateriet.se
(Läst: 21.11.2012)

GPS och annan mätningsteknik- Mätmetoder, GNSS
Lantmateriet
www.lantmateriet.se
(Läst: 21.11.2012)

GRS80
<http://www.geology.ohio-state.edu/~jekeli.1/GS6776.2013/GRS80.pdf>
(Läst: 29.09.2013)

Hur rund är jorden?
Allt om vetenskap
www.alltomvetenskap.se
(Läst: 15.03.2014)

Inclination
<http://princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Inclination.html>
(Läst: 19.11.2013)

Kartesikt koordinatsystem
http://sv.wikipedia.org/wiki/Kartesiskt_koordinatsystem
(Läst: 12.02.2013)

Kartplatsen
Lantmäteriverket
www.karttapaikka.fi
(Läst: 07.01.2014)

Kartprojektioner
Lantmäteriverket
www.maanmittauslaitos.fi
(Läst 15.03.2013)

Keskivesitaulukot
Ilmatiteen laitos
www.ilmatieteenlaitos.fi
(Läst: 07.04.2013)

Klimatet i Finland förändras
Klimatguiden
www.klimatguiden.fi
(Läst: 09.10.2013)

Koordinater
Vasa stad
www.vaasa.fi
(Läst: 12.02.2013)

Leica system 500
Leica
www.leica-geosystems.us
(Läst: 14.01.2014)

Minimal detectable bias of GPS data
Jornal of Geodesy
www.link.springer.com/article/10.1007/s001900050163#page-1
(Läst: 28.1.2014)

Navigation- The future- Galileo
European space agency
www.esa.int
(Läst: 06.12.2012)

N2000-korkeusjärjestelmä
 JHS-suositukset
www.jhs-suositukset.fi
 (Läst: 08.09.2013)

Quasi-Zenith satellite-1 "MICHIBIKI"
 Japan Aerospace Exploration Agency
www.jaxa.jp/projects/sat/qzss/index_e.html
 (Läst: 28.12.2012)

Russia to launch 8 Glonass Navigation Satellites in 2011-2013
 Spacedaily
www.spacedaily.com
 (Läst: 06.12.2012)

Scientist excited about India's own GPS
 The Indian Express
www.indianexpress.com
 (Läst: 28.12.2012)

System user manual
 Leica-Geosystem
www.leica-geosystems.com
 (Läst 10.03.2014)

The future- Galileo satellites cleared for launch
 European space agency
www.esa.int
 (Läst: 06.12.2012)

TOPCON Electronic Digital Level
 Topcon
www.topcon.com
 (Läst: 14.01.2014)

Transformation
 Geodetiska institutet
www.coordtrans.fgi.fi
 (Läst: 14.01.2014)

Trimble R8 GPS
<http://alleninst.com/pdfs/r8.pdf>
 (Läst: 14.01.2014)

Trimble R8 GPS system
 Trimble
www.trimble.com
 (Läst: 14.01.2014)

Två Galileo-satelliter sänds upp på en rysk raket från Franska Guyana
Rymdstyrelsen
www.snsb.se
(Läst: 06.12.2012)

What is quasi-zenith orbit?
Japan Aerospace Exploration Agency
www.jaxa.jp/countdown/f18/overview/orbit_e.html
(Läst: 15.01.2014)

Övriga källor

Kursmaterial: Geodesi 3- GNSS-mätning

Magnet tools nätutjämningsrapport

Vasa stad material i pdf-format

- Vaasan kaupunki, VVJ1<->EUREF-muunnokset Geopixel Oy 2012
- Koordinaattimuunnoksesta johtuva staattisen mittauksen suunnitelma
- Karta -Staattiset mittaukset, Muunnospisteet
- Avvägningsfiler
- Leica Geosystem nätutjämningsrapporter

Statiska mätningar i Vasa 3. - 14.10.2011

Ensimmäinen Sessio 3.10.2011 klo 12.30 - 15.00

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
90M9051b	Leica 1200	12:26	15:33	1442		HH/VS
97M3681C	Trimble R8	12:27	15:35	Vinom 1348		HF/ST
10008	Leica 500	12:26	15:23	1594		TV/GN
10022	Leica 500	12:00	15:41	1233		TV/GN
10031	Trimble R8	12:30	15:30	Vinom 1320		MG/ML
11156	Trimble R8	12:30	15:32	Vinom 1294		MG/ML
10026	Leica 500	12:22	15:31	1659		SB
95M9550A	Trimble R8	12:29	15:30	Vinom 1288		PS
10006	Trimble R8	12:21	15:30	Vinom 1656		GF
2011101	Trimble R8	12:45	15:35	Vinom 1389	Myöh. käynnistyminen	MH/AA
10001	Leica 500	12:00	15:30	380		KP/HS
1139f	Leica 500	12:30	noin 14:10	1608	Keskeytynyt	KP/HS
1139f	Leica 500	14:10	15:48	1608		KP/HS

Toinen Sessio 4.10.2011 klo 8.00 - 11.00

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
95M9550A	Trimble R8	07:45	11:01	Vinom 1058		PS
10006	Trimble R8	07:54	10:32	Vinom 1642	Keskeytynyt	GF
10021	Leica 1200	07:54	11:00	1501		HH/VS
10072	Trimble R8	07:54	10:08	Vinom 1523	Keskeytys	HF/ST
10072	Trimble R8	10:13	11:00	Vinom 1523		HF/ST
10027	Trimble R8	08:00	11:01	Vinom 1284		MG/ML
2011102	Trimble R8	08:03	11:03	Vinom 1234		MG/ML
2011103	Leica 500	07:49	11:02	1605		SB
97M3671B	Trimble R8	07:42	11:05	Vinom 1125		MH/AA
10012	Leica 500	08:05	11:00	1455		TV/GN
10013	Leica 500	08:01	10:45	1560		TV/GN
10001	Leica 500	07:30	11:32	380	maski 15 astetta	KP/HS

1139f	Leica 500	07:50	11:15	1601		KP/HS
-------	-----------	-------	-------	------	--	-------

Kolmas sessio: Ti 4.10.2011 klo 12.30 – 15.30

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
97M3671B	Trimble R8	12:10	15:32	Vinom 1149		MH/AA
10021	Leica 1200	12:20	15:25	1497	Vapaa pääsy	HH/VS
10072	Trimble R8	12:29	14:00	Vinom 1472	Keskeytynyt	HF/ST
10072	Trimble R8	14:03	15:35	Vinom 1472		HF/ST
10027	Trimble R8	12:30	15:30	Vinom 1287		MG/ML
06M4510	Trimble R8	12:22	15:30	Vinom 1539		GF
87M5193	Leica 500	11:52	15:32	1423		SB
10003	Trimble R8	11:44	15:30	Vinom 1579		PS
10013	Leica 500	12:05	15:30	1532		TV/GN
10012	Leica 500	12:34	15:55	1469	Avain	TV/GN
10001	Leica 500	11:42	15:30	380		KP/HS
1139f	Leica 500	12:01		1508	Keskeytynyt	KP/HS

Neljäs sessio: Ke 5.10.2011 12.30 – 15.30

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
10003	Trimble R8	11:55	15:44	Vinom 1550		PS
10008	Leica 500	12:22	15:30	1413	Vene	TV/GN
10012	Trimble R8	12:05	15:32	Vinom 1477	Avain	MH/AA
10021	Leica 1200	12:20	14:30	1491	Vapaa pääsy	HH/VS
10022	Leica 500	11:51	15:45	1194	Vene	TV/GN
94M4801	Trimble R8	12:24	14:01	Vinom 1083	1 osa	HF/ST
94M4801	Trimble R8	14:04	15:35	Vinom 1083	2 osa	HF/ST
10009	Trimble R8	15:02	15:31	1260	Avain	MG/ML
10002	Leica 500	12:26	15:32	1651		SB
94M4803	Trimble R8	12:23	15:26	1455		GF
87M5193	Trimble R8	12:15	15:30	Vinom 1212		PS
10001	Leica 500	12:16	15:32	380		KP/HS
1139f	Leica 500	11:58	15:47	1452		KP/HS

Viides sessio: Ti 11.10.2011 10.30 – 15.30

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
94M4801	Leica	11:05	15:46	790	Myöh. käynnistyminen	HS/MG
94M4803	Trimble R8	10:30	15:30	Vinom 1598		KP/GN
10008	Trimble R8	10:25	15:30	Vinom 1464		ML/TV
10009	Trimble R8	09:58	15:30	Vinom 1287		HS/MG
10021	Leica 1200	10:23	noin 14:50	1485		HH
12403	Leica 500	10:30	15:30	1309		KP/GN

Kuudes sessio: Ke 12.10.2011 10.30 – 15.30

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
10021	Leica 1200	09:35	14:10	1471		HH
10026	Trimble R8	09:34	14:45	Vinom 1422		HS/MG
10397	Leica 500	09:45	14:45	1505		KP
10671	Trimble R8	09:45	14:45	Vinom 1604		KP
11156	Trimble R8	09:55	14:50	Vinom 1590		ML/TV
2011103	Leica 500	09:33	14:53	1385		HS/MG

Seitsemäs sessio: To 13.10.2011 10.30 – 15.30

Pnro	Mittauslaite	Mittaus alkoi	Mittaus päättyi	Anteni kork.	Erityispiirre	Mittausryhmä
90M9051	Leica 1200	09:40	13:59	1522	Virta loppui	HH
90M9051	Leica 1200	14:02	14:43	1522	Pisteputki lityssä	HH
95M9550	Leica 500	09:55	14:45	1253		ML/TV
97M3681	Trimble R8	09:45	14:46	Vinom 1513		KP
10007	Trimble R8	09:45	14:45	Vinom 1637		ML/TV
10031	Leica 500	09:36	14:45	1110		HS/MG
11156	Trimble R8	09:33	14:53	Vinom 1340		HS/MG

Nätutjämningsrapport



Project Summary

Project name: Vasa-GNSS3
 Surveyor:
 Comment:
 Linear unit: Meters
 Projection: FINLAND-GK22
 Geoid:

Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Constraint
 Confidence level: 68 %
 Number of adjusted points: 33
 Number of plane control points: 9
 A priori GPS Horz UWE: 2,1
 Number of used GPS vectors: 411
 A posteriori plane UWE: 0,9939194 , Bounds: (0,9745166 , 1,024833)
 Number of height control points: 9
 A priori GPS Vert UWE: 1,6
 A posteriori height UWE: 1,012726 , Bounds: (0,9637762 , 1,034924)

Used GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Distance (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
06M4510-87M5193	-12704,527	-5955,270	7,762	14031,081	0,005	0,010
06M4510-97M3671b	3372,162	4218,855	-0,518	5400,963	0,002	0,003
06M4510-1139f	3169,065	-12062,053	-6,590	12471,413	0,005	0,009
06M4510-10001	3022,122	-9593,157	55,115	10058,132	0,006	0,011
06M4510-10003	-5407,371	-5625,478	18,450	7802,975	0,004	0,007
06M4510-10012	-605,444	-9066,190	-6,759	9086,392	0,005	0,009
06M4510-10013	-2352,344	-6394,347	-3,190	6813,322	0,005	0,009
06M4510-10021	2754,569	-12500,343	33,853	12800,328	0,005	0,009

Bilaga 3

06M4510–10027	3815,960	-5226,170	-5,131	6471,056	0,003	0,004
06M4510–10072	620,661	-7569,256	-6,417	7594,671	0,004	0,008
06M4510–10072	620,669	-7569,264	-6,442	7594,680	0,005	0,009
06M4510–GL Rimal	-11755,241	-1670,176	32,294	11873,400	0,004	0,008
06M4510–Vaas	3325,117	-7625,988	38,214	8319,506	0,004	0,007
87M5193–94M4801	11353,280	-14116,171	-14,160	18115,231	0,007	0,011
87M5193–94M4801	11353,276	-14116,169	-14,145	18115,226	0,006	0,011
87M5193–97M3671b	16076,691	10174,123	-8,299	19025,635	0,007	0,012
87M5193–1139f	15873,592	-6106,787	-14,369	17007,752	0,006	0,011
87M5193–1139f	15873,591	-6106,780	-14,350	17007,749	0,007	0,012
87M5193–10001	15726,651	-3637,887	47,342	16142,073	0,008	0,013
87M5193–10001	15726,645	-3637,888	47,348	16142,068	0,007	0,013
87M5193–10002	9307,082	-5362,535	32,579	10741,527	0,005	0,010
87M5193–10003	7297,134	329,779	10,676	7304,612	0,003	0,006
87M5193–10003	7297,140	329,789	10,716	7304,619	0,005	0,008
87M5193–10008	21061,135	-10590,135	-4,359	23573,734	0,008	0,015
87M5193–10012	12099,091	-3110,943	-14,500	12492,648	0,010	0,018
87M5193–10013	10352,180	-439,101	-10,898	10361,505	0,009	0,017
87M5193–10021	15459,097	-6545,075	26,102	16787,607	0,006	0,011
87M5193–10021	15459,097	-6545,071	26,093	16787,605	0,006	0,011
87M5193–10022	17086,507	-8584,945	-14,432	19121,957	0,012	0,019
87M5193–10027	16520,509	729,090	-12,904	16536,611	0,016	0,014
87M5193–10072	13325,196	-1614,012	-14,202	13422,603	0,008	0,015
87M5193–10072	13325,207	-1614,003	-14,209	13422,613	0,011	0,021
87M5193–GL Rimal	949,281	4285,085	24,527	4389,063	0,002	0,004
87M5193–GL Rimal	949,280	4285,092	24,552	4389,069	0,002	0,004

Bilaga 3

87M5193–Vaas	16029,654	-1670,731	30,461	16116,579	0,006	0,011
87M5193–Vaas	16029,652	-1670,724	30,448	16116,577	0,006	0,010
90M9051b–95M9550a	-8454,236	7038,071	1,742	11000,372	0,005	0,008
90M9051b–95M9550a	-8454,234	7038,082	1,777	11000,378	0,006	0,010
90M9051b–97M3681C	-2630,626	11416,680	2,217	11715,828	0,005	0,008
90M9051b–97M3681C	-2630,621	11416,675	2,242	11715,823	0,006	0,010
90M9051b–1139f	-12300,905	2042,884	-4,484	12469,347	0,010	0,017
90M9051b–1139f	-12300,890	2042,881	-4,523	12469,332	0,007	0,015
90M9051b–10001	-12447,836	4511,777	57,218	13240,422	0,007	0,013
90M9051b–10006	-8195,783	11210,184	21,277	13886,680	0,006	0,010
90M9051b–10007	-5777,666	5082,292	14,739	7694,883	0,004	0,007
90M9051b–10008	-7113,340	-2440,480	5,490	7520,316	0,005	0,008
90M9051b–10022	-11087,974	-435,281	-4,538	11096,471	0,010	0,017
90M9051b–10026	-9135,699	7207,567	15,479	11636,586	0,008	0,014
90M9051b–10031	-6371,073	786,331	-4,368	6419,394	0,009	0,012
90M9051b–10031	-6371,082	786,328	-4,405	6419,403	0,003	0,005
90M9051b–11156	-7479,132	2780,206	21,219	7979,178	0,007	0,012
90M9051b–11156	-7479,156	2780,208	21,183	7979,202	0,005	0,010
90M9051b–2011101	-12512,740	4388,430	10,373	13259,960	0,006	0,012
90M9051b–GL Rimal	-27225,198	12434,761	34,405	29930,560	0,010	0,019
90M9051b–Vaas	-12144,832	6478,937	40,314	13765,017	0,006	0,010
94M4801–94M4803	-4819,092	5965,280	2,166	7668,607	0,003	0,005
94M4801–94M4803	-4819,088	5965,283	2,149	7668,606	0,003	0,006
94M4801–94M4803	-4819,081	5965,282	2,144	7668,601	0,003	0,005
94M4801–1139f	4520,291	8009,382	-0,207	9196,864	0,004	0,007
94M4801–1139f	4520,300	8009,381	-0,199	9196,868	0,004	0,008

Bilaga 3

94M4801-10001	4373,358	10478,278	61,488	11354,487	0,008	0,015
94M4801-10001	4373,368	10478,282	61,513	11354,494	0,007	0,014
94M4801-10002	-2046,204	8753,630	46,718	8989,712	0,004	0,008
94M4801-10002	-2046,194	8753,627	46,739	8989,707	0,005	0,010
94M4801-10003	-4056,131	14445,946	24,824	15004,577	0,006	0,012
94M4801-10003	-4056,128	14445,944	24,836	15004,575	0,007	0,012
94M4801-10008	9707,836	3526,018	9,827	10328,295	0,004	0,008
94M4801-10008	9707,857	3526,033	9,790	10328,320	0,005	0,011
94M4801-10008	9707,862	3526,020	9,786	10328,320	0,007	0,014
94M4801-10009	2069,674	2093,690	9,705	2943,989	0,004	0,006
94M4801-10009	2069,679	2093,697	9,641	2943,997	0,005	0,010
94M4801-10021	4105,796	7571,089	40,300	8612,794	0,003	0,006
94M4801-10021	4105,798	7571,091	40,254	8612,796	0,006	0,011
94M4801-10021	4105,796	7571,085	40,246	8612,790	0,006	0,012
94M4801-10022	5733,212	5531,221	-0,275	7966,389	0,007	0,012
94M4801-10022	5733,205	5531,233	-0,266	7966,391	0,006	0,008
94M4801-12403	253,392	5918,523	4,985	5923,914	0,004	0,006
94M4801-GL Rimal	-10403,996	18401,263	38,684	21138,851	0,007	0,013
94M4801-GL Rimal	-10403,998	18401,263	38,675	21138,852	0,007	0,013
94M4801-Vaas	4676,372	12445,441	44,612	13295,081	0,005	0,010
94M4801-Vaas	4676,373	12445,439	44,605	13295,079	0,006	0,011
94M4803-1139f	9339,373	2044,100	-2,353	9560,419	0,004	0,007
94M4803-10001	9192,449	4512,989	59,368	10240,710	0,005	0,009
94M4803-10002	2772,883	2788,346	44,580	3932,652	0,002	0,004
94M4803-10003	762,961	8480,653	22,698	8514,935	0,004	0,007
94M4803-10008	14526,946	-2439,262	7,631	14730,256	0,006	0,011

Bilaga 3

94M4803–10008	14526,941	-2439,274	7,692	14730,253	0,006	0,011
94M4803–10009	6888,758	-3871,581	7,514	7902,128	0,006	0,012
94M4803–10009	6888,767	-3871,586	7,538	7902,138	0,005	0,009
94M4803–10021	8924,879	1605,806	38,099	9068,267	0,005	0,010
94M4803–10021	8924,890	1605,809	38,137	9068,278	0,004	0,006
94M4803–10022	10552,323	-434,076	-2,421	10561,204	0,009	0,013
94M4803–12403	5072,483	-46,749	2,817	5072,681	0,004	0,007
94M4803–GL Rimal	-5584,905	12435,971	36,539	13632,557	0,004	0,009
94M4803–Vaas	9495,461	6480,150	42,469	11496,010	0,005	0,009
95M9550a–97M3671b	-3643,558	11285,711	-0,199	11859,316	0,004	0,007
95M9550a–97M3681C	5823,603	4378,590	0,489	7286,051	0,003	0,005
95M9550a–97M3681C	5823,601	4378,591	0,460	7286,050	0,003	0,006
95M9550a–1139f	-3846,653	-4995,193	-6,274	6304,651	0,003	0,005
95M9550a–1139f	-3846,661	-4995,191	-6,262	6304,655	0,003	0,006
95M9550a–1139f	-3846,660	-4995,182	-6,263	6304,647	0,003	0,005
95M9550a–10001	-3993,586	-2526,299	55,434	4725,905	0,002	0,004
95M9550a–10001	-3993,596	-2526,303	55,429	4725,915	0,002	0,004
95M9550a–10006	258,451	4172,093	19,495	4180,147	0,002	0,003
95M9550a–10006	258,449	4172,094	19,486	4180,149	0,002	0,003
95M9550a–10007	2676,573	-1955,786	13,033	3315,017	0,003	0,006
95M9550a–10008	1340,876	-9478,552	3,698	9572,910	0,004	0,007
95M9550a–10012	-7621,159	-1999,349	-6,436	7879,050	0,006	0,011
95M9550a–10013	-9368,064	672,499	-2,840	9392,174	0,004	0,007
95M9550a–10021	-4261,160	-5433,485	34,185	6905,185	0,007	0,013
95M9550a–10022	-2633,730	-7473,356	-6,345	7923,849	0,005	0,008
95M9550a–10026	-681,471	169,489	13,671	702,365	0,002	0,003

Bilaga 3

95M9550a–10027	-3199,752	1840,672	-4,806	3691,412	0,001	0,002
95M9550a–10031	2083,147	-6251,743	-6,155	6589,666	0,003	0,004
95M9550a–10031	2083,153	-6251,742	-6,128	6589,667	0,003	0,005
95M9550a–10072	-6395,050	-502,423	-6,117	6414,757	0,004	0,007
95M9550a–10072	-6395,058	-502,427	-6,113	6414,766	0,007	0,012
95M9550a–11156	975,081	-4257,857	19,448	4368,128	0,011	0,014
95M9550a–11156	975,088	-4257,862	19,397	4368,135	0,006	0,010
95M9550a–2011101	-4058,502	-2649,645	8,578	4846,871	0,002	0,004
95M9550a–2011102	-4170,355	-530,142	1,895	4203,919	0,002	0,003
95M9550a–2011103	-2084,729	696,216	8,849	2197,932	0,001	0,002
95M9550a–GL Rimal	-18770,966	5396,683	32,626	19531,440	0,006	0,013
95M9550a–GL Rimal	-18770,959	5396,682	32,637	19531,434	0,006	0,012
95M9550a–Vaas	-3690,588	-559,147	38,539	3732,916	0,003	0,005
95M9550a–Vaas	-3690,599	-559,148	38,540	3732,927	0,005	0,010
97M3671b–1139f	-203,100	-16280,905	-6,055	16282,182	0,006	0,011
97M3671b–1139f	-203,095	-16280,907	-6,077	16282,184	0,006	0,011
97M3671b–10001	-350,040	-13812,009	55,649	13816,638	0,006	0,011
97M3671b–10001	-350,039	-13812,015	55,625	13816,644	0,006	0,012
97M3671b–10003	-8779,541	-9844,337	18,977	13190,640	0,006	0,010
97M3671b–10006	3902,004	-7113,608	19,689	8113,569	0,003	0,005
97M3671b–10012	-3977,603	-13285,066	-6,200	13867,762	0,008	0,015
97M3671b–10012	-3977,606	-13285,056	-6,233	13867,752	0,012	0,023
97M3671b–10013	-5724,511	-10613,222	-2,598	12058,653	0,008	0,016
97M3671b–10013	-5724,502	-10613,210	-2,633	12058,637	0,006	0,011
97M3671b–10021	-617,593	-16719,197	34,392	16730,696	0,007	0,013
97M3671b–10021	-617,595	-16719,194	34,392	16730,693	0,006	0,011

Bilaga 3

97M3671b–10027	443,799	-9445,025	-4,615	9455,467	0,004	0,006
97M3671b–10027	443,802	-9445,030	-4,605	9455,472	0,003	0,006
97M3671b–10072	-2751,500	-11788,126	-5,895	12105,005	0,006	0,012
97M3671b–10072	-2751,485	-11788,120	-5,938	12104,996	0,007	0,013
97M3671b–10072	-2751,482	-11788,130	-5,920	12105,005	0,006	0,011
97M3671b–10072	-2751,482	-11788,117	-5,918	12104,992	0,009	0,018
97M3671b–2011102	-526,795	-11815,849	2,095	11827,612	0,004	0,007
97M3671b–2011103	1558,832	-10589,493	9,059	10703,648	0,004	0,008
97M3671b–GL Rimal	-15127,401	-5889,030	32,825	16233,386	0,005	0,011
97M3671b–GL Rimal	-15127,405	-5889,028	32,829	16233,389	0,005	0,010
97M3671b–Vaas	-47,035	-11844,851	38,746	11845,067	0,006	0,012
97M3671b–Vaas	-47,039	-11844,849	38,744	11845,065	0,004	0,008
97M3681C–1139f	-9670,282	-9373,786	-6,728	13467,817	0,006	0,012
97M3681C–1139f	-9670,261	-9373,791	-6,733	13467,806	0,007	0,012
97M3681C–10001	-9817,209	-6904,892	54,983	12002,482	0,006	0,011
97M3681C–10006	-5565,149	-206,500	19,035	5569,031	0,003	0,005
97M3681C–10007	-3147,036	-6334,371	12,520	7073,078	0,003	0,005
97M3681C–10008	-4482,737	-13857,152	3,256	14564,177	0,006	0,011
97M3681C–10022	-8457,337	-11851,973	-6,793	14560,062	0,011	0,017
97M3681C–10026	-6505,082	-4209,100	13,224	7748,101	0,004	0,007
97M3681C–10031	-3740,456	-10630,347	-6,601	11269,213	0,004	0,007
97M3681C–10031	-3740,458	-10630,343	-6,611	11269,210	0,005	0,008
97M3681C–11156	-4848,516	-8636,453	18,942	9904,400	0,005	0,010
97M3681C–11156	-4848,536	-8636,465	18,970	9904,420	0,018	0,024
97M3681C–2011101	-9882,123	-7028,238	8,116	12126,538	0,005	0,008
97M3681C–GL Rimal	-24594,576	1018,085	32,178	24615,762	0,009	0,015

Bilaga 3

97M3681C–Vaas	-9514,208	-4937,737	38,083	10719,319	0,004	0,008
1139f–10001	-146,932	2468,889	61,697	2474,033	0,002	0,003
1139f–10001	-146,934	2468,889	61,704	2474,033	0,002	0,003
1139f–10001	-146,934	2468,888	61,697	2474,032	0,002	0,004
1139f–10001	-146,926	2468,884	61,701	2474,028	0,002	0,003
1139f–10001	-146,936	2468,889	61,687	2474,033	0,003	0,005
1139f–10002	-6566,495	744,246	46,921	6608,709	0,003	0,006
1139f–10003	-8576,449	6436,571	25,036	10723,137	0,007	0,012
1139f–10003	-8576,439	6436,570	25,039	10723,128	0,005	0,010
1139f–10006	4105,108	9167,300	25,773	10044,510	0,004	0,009
1139f–10006	4105,119	9167,294	25,767	10044,510	0,006	0,010
1139f–10006	4105,106	9167,300	25,778	10044,509	0,005	0,010
1139f–10008	5187,526	-4483,363	9,958	6856,437	0,004	0,007
1139f–10008	5187,537	-4483,369	9,972	6856,450	0,006	0,009
1139f–10008	5187,535	-4483,365	9,974	6856,446	0,003	0,006
1139f–10012	-3774,492	2995,840	-0,152	4818,895	0,004	0,007
1139f–10012	-3774,498	2995,842	-0,179	4818,901	0,007	0,014
1139f–10013	-5521,397	5667,681	3,422	7912,539	0,005	0,009
1139f–10013	-5521,400	5667,691	3,428	7912,548	0,005	0,009
1139f–10021	-414,498	-438,294	40,443	604,604	0,001	0,003
1139f–10021	-414,501	-438,294	40,441	604,606	0,001	0,002
1139f–10021	-414,500	-438,294	40,448	604,605	0,001	0,002
1139f–10022	1212,920	-2478,170	-0,082	2759,066	0,006	0,011
1139f–10022	1212,917	-2478,156	-0,079	2759,052	0,004	0,005
1139f–10022	1212,918	-2478,159	-0,077	2759,055	0,003	0,005
1139f–10026	3165,187	5164,673	19,939	6057,445	0,004	0,007

Bilaga 3

1139f–10026	3165,183	5164,683	19,949	6057,451	0,004	0,007
1139f–10027	646,904	6835,869	1,464	6866,402	0,005	0,004
1139f–10027	646,887	6835,858	1,448	6866,389	0,019	0,043
1139f–10031	5929,793	-1256,549	0,112	6061,445	0,006	0,010
1139f–10031	5929,799	-1256,547	0,113	6061,451	0,004	0,005
1139f–10072	-2548,378	4492,774	0,173	5165,186	0,005	0,011
1139f–10072	-2548,380	4492,760	0,161	5165,175	0,008	0,015
1139f–10072	-2548,385	4492,770	0,130	5165,186	0,007	0,013
1139f–10072	-2548,402	4492,763	0,137	5165,189	0,007	0,012
1139f–11156	4821,751	737,316	25,662	4877,862	0,006	0,010
1139f–11156	4821,733	737,329	25,667	4877,847	0,008	0,016
1139f–2011101	-211,851	2345,546	14,842	2355,138	0,003	0,005
1139f–2011101	-211,847	2345,541	14,850	2355,133	0,003	0,006
1139f–2011102	-323,693	4465,048	8,156	4476,768	0,002	0,004
1139f–2011103	1761,932	5691,408	15,112	5957,913	0,003	0,006
1139f–GL Rimal	-14924,305	10391,877	38,883	18185,953	0,007	0,012
1139f–GL Rimal	-14924,303	10391,881	38,901	18185,954	0,007	0,013
1139f–GL Rimal	-14924,299	10391,877	38,905	18185,949	0,007	0,013
1139f–GL Rimal	-14924,308	10391,878	38,898	18185,956	0,007	0,015
1139f–GL Rimal	-14924,301	10391,878	38,894	18185,951	0,006	0,011
1139f–Vaas	156,065	4436,040	44,811	4439,018	0,002	0,004
1139f–Vaas	156,063	4436,043	44,804	4439,021	0,002	0,003
1139f–Vaas	156,062	4436,044	44,815	4439,022	0,002	0,003
1139f–Vaas	156,065	4436,047	44,820	4439,025	0,002	0,004
1139f–Vaas	156,061	4436,043	44,800	4439,021	0,003	0,006
10001–10002	-6419,560	-1724,643	-14,784	6647,249	0,003	0,006

Bilaga 3

10001–10003	-8429,500	3967,667	-36,652	9316,717	0,005	0,009
10001–10003	-8429,481	3967,668	-36,647	9316,701	0,006	0,011
10001–10006	4252,045	6698,396	-35,949	7934,136	0,004	0,008
10001–10006	4252,038	6698,391	-35,937	7934,128	0,003	0,006
10001–10008	5334,464	-6952,252	-51,727	8763,178	0,004	0,008
10001–10008	5334,469	-6952,253	-51,724	8763,182	0,004	0,008
10001–10012	-3627,563	526,957	-61,858	3666,171	0,005	0,012
10001–10012	-3627,564	526,949	-61,859	3666,171	0,004	0,007
10001–10013	-5374,463	3198,792	-58,282	6254,665	0,004	0,009
10001–10013	-5374,467	3198,803	-58,271	6254,674	0,003	0,006
10001–10021	-267,564	-2907,183	-21,243	2919,563	0,002	0,003
10001–10021	-267,568	-2907,182	-21,255	2919,563	0,002	0,003
10001–10021	-267,565	-2907,182	-21,254	2919,562	0,002	0,003
10001–10022	1359,851	-4947,044	-61,774	5130,921	0,004	0,007
10001–10022	1359,852	-4947,053	-61,768	5130,930	0,004	0,006
10001–10026	3312,116	2695,789	-41,764	4270,753	0,003	0,005
10001–10027	793,835	4366,977	-60,229	4438,970	0,006	0,005
10001–10027	793,833	4366,972	-60,215	4438,965	0,005	0,013
10001–10031	6076,725	-3725,434	-61,583	7128,075	0,006	0,006
10001–10072	-2401,440	2023,882	-61,527	3141,157	0,006	0,012
10001–10072	-2401,450	2023,870	-61,528	3141,157	0,008	0,016
10001–10072	-2401,456	2023,883	-61,557	3141,171	0,004	0,007
10001–10072	-2401,468	2023,871	-61,542	3141,172	0,009	0,018
10001–11156	4968,673	-1731,562	-36,022	5261,898	0,005	0,008
10001–2011101	-64,920	-123,342	-46,853	147,048	0,003	0,006
10001–2011102	-176,760	1996,160	-53,533	2004,695	0,002	0,003

Bilaga 3

10001–2011103	1908,867	3222,519	-46,581	3745,760	0,002	0,004
10001–GL Rimal	-14777,362	7922,981	-22,822	16767,492	0,006	0,012
10001–GL Rimal	-14777,366	7922,983	-22,809	16767,497	0,007	0,012
10001–GL Rimal	-14777,365	7922,987	-22,808	16767,498	0,007	0,014
10001–GL Rimal	-14777,361	7922,984	-22,804	16767,493	0,007	0,013
10001–Vaas	302,997	1967,155	-16,890	1990,439	0,001	0,002
10001–Vaas	302,997	1967,154	-16,889	1990,438	0,001	0,003
10001–Vaas	302,995	1967,153	-16,891	1990,437	0,002	0,003
10001–Vaas	302,996	1967,155	-16,891	1990,439	0,001	0,002
10002–10003	-2009,925	5692,313	-21,864	6036,805	0,005	0,008
10002–10008	11754,058	-5227,610	-36,941	12864,184	0,006	0,011
10002–10021	6151,995	-1182,539	-6,476	6264,646	0,003	0,006
10002–10022	7779,411	-3222,403	-46,989	8420,532	0,006	0,010
10002–GL Rimal	-8357,796	9647,626	-8,046	12764,462	0,005	0,010
10002–Vaas	6722,558	3691,798	-2,106	7669,603	0,004	0,006
10003–10008	13763,990	-10919,925	-15,054	17569,642	0,008	0,014
10003–10012	4801,936	-3440,716	-25,201	5907,439	0,005	0,010
10003–10013	3055,042	-768,876	-21,631	3150,390	0,006	0,011
10003–10021	8161,952	-6874,862	15,404	10671,561	0,006	0,011
10003–10021	8161,947	-6874,857	15,420	10671,555	0,005	0,010
10003–10022	9789,359	-8914,736	-25,097	13240,265	0,009	0,014
10003–10027	9223,333	399,310	-23,580	9232,022	0,005	0,007
10003–10072	6028,050	-1943,780	-24,903	6333,752	0,006	0,011
10003–10072	6028,039	-1943,783	-24,886	6333,742	0,005	0,010
10003–GL Rimal	-6347,858	3955,304	13,843	7479,342	0,004	0,007
10003–GL Rimal	-6347,861	3955,304	13,839	7479,344	0,004	0,008

Bilaga 3

10003–Vaas	8732,492	-2000,515	19,756	8958,777	0,005	0,009
10003–Vaas	8732,475	-2000,515	19,767	8958,760	0,006	0,011
10006–10008	1082,425	-13650,658	-15,775	13693,524	0,006	0,010
10006–10012	-7879,621	-6171,453	-25,916	10008,810	0,011	0,023
10006–10013	-9626,513	-3499,605	-22,316	10242,949	0,006	0,011
10006–10021	-4519,600	-9605,589	14,702	10615,803	0,006	0,011
10006–10022	-2892,188	-11645,464	-25,813	11999,266	0,009	0,015
10006–10026	-939,922	-4002,601	-5,823	4111,500	0,002	0,004
10006–10027	-3458,202	-2331,424	-24,291	4170,777	0,002	0,003
10006–10031	1824,697	-10423,846	-25,656	10582,388	0,004	0,007
10006–10072	-6653,499	-4674,516	-25,596	8131,488	0,004	0,008
10006–10072	-6653,508	-4674,520	-25,618	8131,497	0,010	0,020
10006–11156	716,620	-8429,956	-0,073	8460,389	0,011	0,016
10006–2011101	-4316,953	-6821,735	-10,918	8072,957	0,003	0,006
10006–2011102	-4428,806	-4702,236	-17,588	6459,558	0,003	0,005
10006–2011103	-2343,179	-3475,877	-10,632	4191,951	0,002	0,005
10006–GL Rimal	-19029,415	1224,580	13,137	19068,892	0,006	0,012
10006–GL Rimal	-19029,414	1224,579	13,128	19068,891	0,006	0,014
10006–Vaas	-3949,042	-4731,239	19,043	6162,819	0,003	0,006
10006–Vaas	-3949,048	-4731,241	19,063	6162,825	0,008	0,015
10007–10031	-593,419	-4295,958	-19,164	4336,788	0,003	0,005
10007–11156	-1701,483	-2302,083	6,437	2862,638	0,004	0,006
10008–10009	-7638,172	-1432,318	-0,160	7771,271	0,004	0,007
10008–10021	-5602,040	4045,072	30,430	6909,872	0,006	0,010
10008–10021	-5602,035	4045,071	30,475	6909,869	0,003	0,006
10008–10022	-3974,609	2005,205	-10,044	4451,775	0,004	0,006

Bilaga 3

10008–10022	-3974,603	2005,194	-10,039	4451,764	0,004	0,007
10008–10026	-2022,345	9648,042	9,980	9857,716	0,004	0,008
10008–10031	742,260	3226,820	-9,853	3311,092	0,005	0,004
10008–11156	-365,790	5220,685	15,707	5233,501	0,005	0,008
10008–12403	-9454,443	2392,515	-4,878	9752,432	0,004	0,008
10008–2011101	-5399,381	6828,911	4,886	8705,579	0,004	0,008
10008–GL Rimal	-20111,846	14875,229	28,896	25015,225	0,009	0,016
10008–GL Rimal	-20111,835	14875,236	28,905	25015,221	0,009	0,015
10008–Vaas	-5031,473	8919,418	34,826	10240,761	0,005	0,008
10008–Vaas	-5031,486	8919,413	34,828	10240,763	0,005	0,009
10009–10021	2036,138	5477,381	30,587	5843,666	0,005	0,008
10009–12403	-1816,274	3824,828	-4,706	4234,150	0,005	0,008
10009–Vaas	2606,688	10351,735	34,993	10674,953	0,009	0,017
10012–10013	-1746,894	2671,838	3,580	3192,234	0,006	0,011
10012–10013	-1746,897	2671,849	3,603	3192,245	0,005	0,011
10012–10021	3359,992	-3434,134	40,595	4804,635	0,004	0,007
10012–10021	3360,004	-3434,135	40,625	4804,644	0,006	0,011
10012–10027	4421,379	3840,038	1,626	5856,147	0,019	0,015
10012–2011102	3450,804	1469,206	8,331	3750,556	0,005	0,010
10012–2011103	5536,430	2695,564	15,280	6157,790	0,005	0,010
10012–GL Rimal	-11149,795	7396,026	39,058	13379,900	0,012	0,024
10012–GL Rimal	-11149,800	7396,036	39,033	13379,908	0,008	0,016
10012–Vaas	3930,559	1440,198	44,969	4186,355	0,006	0,011
10012–Vaas	3930,558	1440,203	44,973	4186,356	0,004	0,007
10013–10021	5106,895	-6105,972	37,025	7960,204	0,005	0,009
10013–10021	5106,902	-6105,985	37,027	7960,219	0,004	0,007

Bilaga 3

10013–10027	6168,301	1168,200	-1,926	6277,949	0,014	0,012
10013–10027	6168,307	1168,172	-1,948	6277,950	0,006	0,015
10013–10072	2973,015	-1174,912	-3,229	3196,755	0,007	0,015
10013–10072	2973,024	-1174,919	-3,249	3196,765	0,015	0,028
10013–10072	2973,016	-1174,919	-3,277	3196,758	0,004	0,008
10013–10072	2973,000	-1174,939	-3,248	3196,751	0,006	0,011
10013–2011102	5197,707	-1202,640	4,737	5335,030	0,003	0,005
10013–2011103	7283,335	23,718	11,692	7283,391	0,003	0,006
10013–GL Rimal	-9402,898	4724,179	35,460	10523,044	0,006	0,013
10013–GL Rimal	-9402,892	4724,196	35,424	10523,046	0,009	0,016
10013–Vaas	5677,464	-1231,646	41,379	5809,689	0,003	0,005
10013–Vaas	5677,459	-1231,637	41,392	5809,681	0,004	0,008
10021–10022	1627,421	-2039,866	-40,523	2609,825	0,004	0,006
10021–10026	3579,698	5602,969	-20,461	6648,923	0,006	0,013
10021–10027	1061,405	7274,159	-38,981	7351,305	0,008	0,010
10021–10027	1061,401	7274,153	-39,008	7351,299	0,015	0,034
10021–10072	-2133,875	4931,067	-40,261	5373,131	0,009	0,018
10021–10072	-2133,892	4931,064	-40,296	5373,135	0,007	0,013
10021–10072	-2133,890	4931,055	-40,315	5373,127	0,007	0,013
10021–10072	-2133,899	4931,056	-40,297	5373,130	0,020	0,037
10021–10397	2258,131	3735,861	-37,949	4365,466	0,002	0,003
10021–10671	1908,817	1539,700	-33,248	2452,626	0,003	0,006
10021–11156	5236,251	1175,620	-14,756	5366,633	0,006	0,008
10021–12403	-3852,408	-1652,556	-35,322	4192,044	0,005	0,008
10021–2011102	90,805	4903,342	-32,290	4904,299	0,008	0,015
10021–2011103	2176,432	6129,701	-25,337	6504,687	0,002	0,005

Bilaga 3

10021–2011103	2176,429	6129,697	-25,328	6504,683	0,003	0,004
10021–GL Rimal	-14509,809	10830,169	-1,558	18106,091	0,006	0,013
10021–GL Rimal	-14509,809	10830,165	-1,564	18106,089	0,006	0,011
10021–GL Rimal	-14509,808	10830,167	-1,565	18106,089	0,006	0,011
10021–Vaas	570,562	4874,337	4,358	4907,642	0,002	0,003
10021–Vaas	570,563	4874,336	4,362	4907,641	0,002	0,003
10021–Vaas	570,562	4874,336	4,366	4907,641	0,002	0,003
10022–10026	1952,260	7642,844	20,013	7888,263	0,005	0,008
10022–10031	4716,867	1221,623	0,186	4872,475	0,007	0,007
10022–11156	3608,817	3215,483	25,743	4833,579	0,006	0,009
10022–2011101	-1424,780	4823,717	14,934	5029,748	0,005	0,008
10022–GL Rimal	-16137,215	12870,035	38,946	20640,984	0,012	0,018
10022–GL Rimal	-16137,233	12870,045	38,946	20641,005	0,010	0,016
10022–Vaas	-1056,859	6914,209	44,884	6994,665	0,004	0,007
10022–Vaas	-1056,858	6914,201	44,895	6994,657	0,004	0,007
10026–10031	2764,604	-6421,220	-19,829	6991,098	0,010	0,007
10026–10397	-1321,555	-1867,103	-17,480	2287,552	0,006	0,008
10026–10671	-1670,878	-4063,264	-12,775	4393,420	0,003	0,005
10026–11156	1656,556	-4427,355	5,746	4727,131	0,005	0,009
10026–2011101	-3377,037	-2819,132	-5,093	4399,088	0,003	0,005
10026–2011103	-1403,260	526,736	-4,863	1498,875	0,006	0,008
10026–GL Rimal	-18089,483	5227,188	18,935	18829,673	0,008	0,015
10026–Vaas	-3009,119	-728,636	24,873	3096,193	0,002	0,004
10027–10072	-3195,300	-2343,079	-1,304	3962,317	0,004	0,007
10027–10072	-3195,298	-2343,093	-1,299	3962,324	0,007	0,010
10027–10072	-3195,297	-2343,095	-1,299	3962,324	0,005	0,008

Bilaga 3

10027–10072	-3195,284	-2343,082	-1,272	3962,306	0,011	0,023
10027–2011102	-970,601	-2370,814	6,704	2561,811	0,001	0,003
10027–2011103	1115,024	-1144,457	13,655	1597,890	0,002	0,005
10027–GL Rimal	-15571,214	3556,000	37,426	15972,199	0,007	0,020
10027–GL Rimal	-15571,202	3555,994	37,432	15972,185	0,009	0,008
10027–Vaas	-490,842	-2399,818	43,352	2449,892	0,011	0,023
10027–Vaas	-490,844	-2399,819	43,341	2449,893	0,005	0,006
10031–11156	-1108,067	1993,884	25,585	2281,234	0,007	0,008
10031–11156	-1108,060	1993,877	25,537	2281,224	0,008	0,011
10031–2011101	-6141,646	3602,098	14,734	7120,041	0,003	0,006
10031–GL Rimal	-20854,105	11648,418	38,792	23886,872	0,013	0,012
10031–Vaas	-5773,731	5692,588	44,685	8108,249	0,006	0,010
10072–2011102	2224,697	-27,719	8,006	2224,884	0,004	0,006
10072–2011102	2224,695	-27,723	8,012	2224,881	0,006	0,010
10072–2011103	4310,318	1198,637	14,977	4473,905	0,004	0,007
10072–2011103	4310,330	1198,646	14,956	4473,919	0,006	0,011
10072–Vaas	2704,449	-56,729	44,672	2705,420	0,007	0,013
10072–Vaas	2704,461	-56,721	44,653	2705,432	0,020	0,039
10072–Vaas	2704,440	-56,733	44,618	2705,410	0,009	0,017
10072–Vaas	2704,461	-56,726	44,639	2705,432	0,006	0,013
10397–10671	-349,318	-2196,161	4,700	2223,771	0,001	0,003
10397–11156	2978,114	-2560,241	23,182	3927,410	0,004	0,007
10397–2011103	-81,702	2393,836	12,622	2395,265	0,001	0,002
10671–11156	3327,428	-364,076	18,480	3347,338	0,004	0,006
10671–2011103	267,615	4589,997	7,918	4597,801	0,002	0,004
11156–2011101	-5033,589	1608,225	-10,812	5284,276	0,007	0,013

Bilaga 3

11156–2011103	-3059,818	4954,075	-10,568	5822,850	0,005	0,008
11156–GL Rimal	-19746,026	9654,533	13,176	21979,985	0,013	0,024
11156–Vaas	-4665,677	3698,714	19,133	5953,963	0,006	0,011
2011101–GL Rimal	-14712,449	8046,324	24,066	16769,085	0,006	0,011
2011101–Vaas	367,916	2090,495	29,959	2122,842	0,004	0,007
2011102–2011103	2085,627	1226,359	6,951	2419,475	0,001	0,003
2011102–GL Rimal	-14600,606	5926,821	30,728	15757,783	0,006	0,012
2011102–Vaas	479,758	-29,005	36,644	482,030	0,006	0,011
2011103–GL Rimal	-16686,236	4700,464	23,773	17335,746	0,006	0,012
2011103–Vaas	-1605,870	-1255,364	29,690	2038,547	0,001	0,002
GL Rimal–Vaas	15080,367	-5955,824	5,922	16213,971	0,005	0,010
GL Rimal–Vaas	15080,367	-5955,822	5,913	16213,969	0,005	0,010
GL Rimal–Vaas	15080,368	-5955,822	5,925	16213,970	0,005	0,010

Control Points

Name	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Elevation (m)
06M4510	6995834,824	22490031,990	25,740
87M5193	6983130,296	22484076,723	33,496
90M9051b	7011304,786	22475927,050	23,659
94M4801	6994483,591	22469960,552	19,335
94M4803	6989664,491	22475925,834	21,476
95M9550a	7002850,546	22482965,139	25,423
97M3671b	6999206,986	22494250,852	25,219
97M3681C	7008674,158	22487343,734	25,890
GL Rimal	6984079,578	22488361,808	58,045

Adjusted Points

Name	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Elevation (m)
1139f	6999003,886	22477969,944	19,154
10001	6998856,952	22480438,835	80,853
10002	6992437,385	22478714,186	66,067
10003	6990427,448	22484406,505	44,193
10006	7003108,996	22487137,233	44,914
10007	7005527,117	22481009,353	38,424
10008	7004191,425	22473486,578	29,133
10009	6996553,258	22472054,253	29,002
10012	6995229,388	22480965,788	18,993
10013	6993482,485	22483637,633	22,577
10021	6998589,386	22477531,651	59,600
10022	7000216,809	22475491,781	19,080
10026	7002169,073	22483134,625	39,101
10027	6999650,791	22484805,811	20,616
10031	7004933,693	22476713,391	19,271
10072	6996455,496	22482462,717	19,309
10397	7000847,519	22481267,515	21,648
10671	7000498,201	22479071,354	26,347
11156	7003825,632	22478707,271	44,838
12403	6994736,980	22475879,084	24,292
2011101	6998792,039	22480315,492	34,004
2011102	6998680,191	22482434,995	27,318
2011103	7000765,817	22483661,353	34,270
Vaas	6999159,949	22482405,990	63,963

GPS Obs Quality

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
06M4510–87M5193	-12704,527	-5955,270	7,762	0,005	0,010
06M4510–97M3671b	3372,162	4218,855	-0,518	0,002	0,003
06M4510–1139f	3169,065	-12062,053	-6,590	0,005	0,009
06M4510–10001	3022,122	-9593,157	55,115	0,006	0,011
06M4510–10003	-5407,371	-5625,478	18,450	0,004	0,007
06M4510–10012	-605,444	-9066,190	-6,759	0,005	0,009
06M4510–10013	-2352,344	-6394,347	-3,190	0,005	0,009
06M4510–10021	2754,569	-12500,343	33,853	0,005	0,009
06M4510–10027	3815,960	-5226,170	-5,131	0,003	0,004
06M4510–10072	620,661	-7569,256	-6,417	0,004	0,008
06M4510–10072	620,669	-7569,264	-6,442	0,005	0,009
06M4510–GL Rimal	-11755,241	-1670,176	32,294	0,004	0,008
06M4510–Vaas	3325,117	-7625,988	38,214	0,004	0,007
87M5193–94M4801	11353,280	-14116,171	-14,160	0,007	0,011
87M5193–94M4801	11353,276	-14116,169	-14,145	0,006	0,011
87M5193–97M3671b	16076,691	10174,123	-8,299	0,007	0,012
87M5193–1139f	15873,592	-6106,787	-14,369	0,006	0,011
87M5193–1139f	15873,591	-6106,780	-14,350	0,007	0,012
87M5193–10001	15726,651	-3637,887	47,342	0,008	0,013
87M5193–10001	15726,645	-3637,888	47,348	0,007	0,013
87M5193–10002	9307,082	-5362,535	32,579	0,005	0,010
87M5193–10003	7297,134	329,779	10,676	0,003	0,006
87M5193–10003	7297,140	329,789	10,716	0,005	0,008

Bilaga 3

87M5193–10008	21061,135	-10590,135	-4,359	0,008	0,015
87M5193–10012	12099,091	-3110,943	-14,500	0,010	0,018
87M5193–10013	10352,180	-439,101	-10,898	0,009	0,017
87M5193–10021	15459,097	-6545,075	26,102	0,006	0,011
87M5193–10021	15459,097	-6545,071	26,093	0,006	0,011
87M5193–10022	17086,507	-8584,945	-14,432	0,012	0,019
87M5193–10027	16520,509	729,090	-12,904	0,016	0,014
87M5193–10072	13325,196	-1614,012	-14,202	0,008	0,015
87M5193–10072	13325,207	-1614,003	-14,209	0,011	0,021
87M5193–GL Rimal	949,281	4285,085	24,527	0,002	0,004
87M5193–GL Rimal	949,280	4285,092	24,552	0,002	0,004
87M5193–Vaas	16029,654	-1670,731	30,461	0,006	0,011
87M5193–Vaas	16029,652	-1670,724	30,448	0,006	0,010
90M9051b–95M9550a	-8454,236	7038,071	1,742	0,005	0,008
90M9051b–95M9550a	-8454,234	7038,082	1,777	0,006	0,010
90M9051b–97M3681C	-2630,626	11416,680	2,217	0,005	0,008
90M9051b–97M3681C	-2630,621	11416,675	2,242	0,006	0,010
90M9051b–1139f	-12300,905	2042,884	-4,484	0,010	0,017
90M9051b–1139f	-12300,890	2042,881	-4,523	0,007	0,015
90M9051b–10001	-12447,836	4511,777	57,218	0,007	0,013
90M9051b–10006	-8195,783	11210,184	21,277	0,006	0,010
90M9051b–10007	-5777,666	5082,292	14,739	0,004	0,007
90M9051b–10008	-7113,340	-2440,480	5,490	0,005	0,008
90M9051b–10022	-11087,974	-435,281	-4,538	0,010	0,017
90M9051b–10026	-9135,699	7207,567	15,479	0,008	0,014
90M9051b–10031	-6371,073	786,331	-4,368	0,009	0,012

Bilaga 3

90M9051b–10031	-6371,082	786,328	-4,405	0,003	0,005
90M9051b–11156	-7479,132	2780,206	21,219	0,007	0,012
90M9051b–11156	-7479,156	2780,208	21,183	0,005	0,010
90M9051b–2011101	-12512,740	4388,430	10,373	0,006	0,012
90M9051b–GL Rimal	-27225,198	12434,761	34,405	0,010	0,019
90M9051b–Vaas	-12144,832	6478,937	40,314	0,006	0,010
94M4801–94M4803	-4819,092	5965,280	2,166	0,003	0,005
94M4801–94M4803	-4819,088	5965,283	2,149	0,003	0,006
94M4801–94M4803	-4819,081	5965,282	2,144	0,003	0,005
94M4801–1139f	4520,291	8009,382	-0,207	0,004	0,007
94M4801–1139f	4520,300	8009,381	-0,199	0,004	0,008
94M4801–10001	4373,358	10478,278	61,488	0,008	0,015
94M4801–10001	4373,368	10478,282	61,513	0,007	0,014
94M4801–10002	-2046,204	8753,630	46,718	0,004	0,008
94M4801–10002	-2046,194	8753,627	46,739	0,005	0,010
94M4801–10003	-4056,131	14445,946	24,824	0,006	0,012
94M4801–10003	-4056,128	14445,944	24,836	0,007	0,012
94M4801–10008	9707,836	3526,018	9,827	0,004	0,008
94M4801–10008	9707,857	3526,033	9,790	0,005	0,011
94M4801–10008	9707,862	3526,020	9,786	0,007	0,014
94M4801–10009	2069,674	2093,690	9,705	0,004	0,006
94M4801–10009	2069,679	2093,697	9,641	0,005	0,010
94M4801–10021	4105,796	7571,089	40,300	0,003	0,006
94M4801–10021	4105,798	7571,091	40,254	0,006	0,011
94M4801–10021	4105,796	7571,085	40,246	0,006	0,012
94M4801–10022	5733,212	5531,221	-0,275	0,007	0,012

Bilaga 3

94M4801–10022	5733,205	5531,233	-0,266	0,006	0,008
94M4801–12403	253,392	5918,523	4,985	0,004	0,006
94M4801–GL Rimal	-10403,996	18401,263	38,684	0,007	0,013
94M4801–GL Rimal	-10403,998	18401,263	38,675	0,007	0,013
94M4801–Vaas	4676,372	12445,441	44,612	0,005	0,010
94M4801–Vaas	4676,373	12445,439	44,605	0,006	0,011
94M4803–1139f	9339,373	2044,100	-2,353	0,004	0,007
94M4803–10001	9192,449	4512,989	59,368	0,005	0,009
94M4803–10002	2772,883	2788,346	44,580	0,002	0,004
94M4803–10003	762,961	8480,653	22,698	0,004	0,007
94M4803–10008	14526,946	-2439,262	7,631	0,006	0,011
94M4803–10008	14526,941	-2439,274	7,692	0,006	0,011
94M4803–10009	6888,758	-3871,581	7,514	0,006	0,012
94M4803–10009	6888,767	-3871,586	7,538	0,005	0,009
94M4803–10021	8924,879	1605,806	38,099	0,005	0,010
94M4803–10021	8924,890	1605,809	38,137	0,004	0,006
94M4803–10022	10552,323	-434,076	-2,421	0,009	0,013
94M4803–12403	5072,483	-46,749	2,817	0,004	0,007
94M4803–GL Rimal	-5584,905	12435,971	36,539	0,004	0,009
94M4803–Vaas	9495,461	6480,150	42,469	0,005	0,009
95M9550a–97M3671b	-3643,558	11285,711	-0,199	0,004	0,007
95M9550a–97M3681C	5823,603	4378,590	0,489	0,003	0,005
95M9550a–97M3681C	5823,601	4378,591	0,460	0,003	0,006
95M9550a–1139f	-3846,653	-4995,193	-6,274	0,003	0,005
95M9550a–1139f	-3846,661	-4995,191	-6,262	0,003	0,006
95M9550a–1139f	-3846,660	-4995,182	-6,263	0,003	0,005

Bilaga 3

95M9550a-10001	-3993,586	-2526,299	55,434	0,002	0,004
95M9550a-10001	-3993,596	-2526,303	55,429	0,002	0,004
95M9550a-10006	258,451	4172,093	19,495	0,002	0,003
95M9550a-10006	258,449	4172,094	19,486	0,002	0,003
95M9550a-10007	2676,573	-1955,786	13,033	0,003	0,006
95M9550a-10008	1340,876	-9478,552	3,698	0,004	0,007
95M9550a-10012	-7621,159	-1999,349	-6,436	0,006	0,011
95M9550a-10013	-9368,064	672,499	-2,840	0,004	0,007
95M9550a-10021	-4261,160	-5433,485	34,185	0,007	0,013
95M9550a-10022	-2633,730	-7473,356	-6,345	0,005	0,008
95M9550a-10026	-681,471	169,489	13,671	0,002	0,003
95M9550a-10027	-3199,752	1840,672	-4,806	0,001	0,002
95M9550a-10031	2083,147	-6251,743	-6,155	0,003	0,004
95M9550a-10031	2083,153	-6251,742	-6,128	0,003	0,005
95M9550a-10072	-6395,050	-502,423	-6,117	0,004	0,007
95M9550a-10072	-6395,058	-502,427	-6,113	0,007	0,012
95M9550a-11156	975,081	-4257,857	19,448	0,011	0,014
95M9550a-11156	975,088	-4257,862	19,397	0,006	0,010
95M9550a-2011101	-4058,502	-2649,645	8,578	0,002	0,004
95M9550a-2011102	-4170,355	-530,142	1,895	0,002	0,003
95M9550a-2011103	-2084,729	696,216	8,849	0,001	0,002
95M9550a-GL Rimal	-18770,966	5396,683	32,626	0,006	0,013
95M9550a-GL Rimal	-18770,959	5396,682	32,637	0,006	0,012
95M9550a-Vaas	-3690,588	-559,147	38,539	0,003	0,005
95M9550a-Vaas	-3690,599	-559,148	38,540	0,005	0,010
97M3671b-1139f	-203,100	-16280,905	-6,055	0,006	0,011

Bilaga 3

97M3671b-1139f	-203,095	-16280,907	-6,077	0,006	0,011
97M3671b-10001	-350,040	-13812,009	55,649	0,006	0,011
97M3671b-10001	-350,039	-13812,015	55,625	0,006	0,012
97M3671b-10003	-8779,541	-9844,337	18,977	0,006	0,010
97M3671b-10006	3902,004	-7113,608	19,689	0,003	0,005
97M3671b-10012	-3977,603	-13285,066	-6,200	0,008	0,015
97M3671b-10012	-3977,606	-13285,056	-6,233	0,012	0,023
97M3671b-10013	-5724,511	-10613,222	-2,598	0,008	0,016
97M3671b-10013	-5724,502	-10613,210	-2,633	0,006	0,011
97M3671b-10021	-617,593	-16719,197	34,392	0,007	0,013
97M3671b-10021	-617,595	-16719,194	34,392	0,006	0,011
97M3671b-10027	443,799	-9445,025	-4,615	0,004	0,006
97M3671b-10027	443,802	-9445,030	-4,605	0,003	0,006
97M3671b-10072	-2751,500	-11788,126	-5,895	0,006	0,012
97M3671b-10072	-2751,485	-11788,120	-5,938	0,007	0,013
97M3671b-10072	-2751,482	-11788,130	-5,920	0,006	0,011
97M3671b-10072	-2751,482	-11788,117	-5,918	0,009	0,018
97M3671b-2011102	-526,795	-11815,849	2,095	0,004	0,007
97M3671b-2011103	1558,832	-10589,493	9,059	0,004	0,008
97M3671b-GL Rimal	-15127,401	-5889,030	32,825	0,005	0,011
97M3671b-GL Rimal	-15127,405	-5889,028	32,829	0,005	0,010
97M3671b-Vaas	-47,035	-11844,851	38,746	0,006	0,012
97M3671b-Vaas	-47,039	-11844,849	38,744	0,004	0,008
97M3681C-1139f	-9670,282	-9373,786	-6,728	0,006	0,012
97M3681C-1139f	-9670,261	-9373,791	-6,733	0,007	0,012
97M3681C-10001	-9817,209	-6904,892	54,983	0,006	0,011

Bilaga 3

97M3681C–10006	-5565,149	-206,500	19,035	0,003	0,005
97M3681C–10007	-3147,036	-6334,371	12,520	0,003	0,005
97M3681C–10008	-4482,737	-13857,152	3,256	0,006	0,011
97M3681C–10022	-8457,337	-11851,973	-6,793	0,011	0,017
97M3681C–10026	-6505,082	-4209,100	13,224	0,004	0,007
97M3681C–10031	-3740,456	-10630,347	-6,601	0,004	0,007
97M3681C–10031	-3740,458	-10630,343	-6,611	0,005	0,008
97M3681C–11156	-4848,516	-8636,453	18,942	0,005	0,010
97M3681C–11156	-4848,536	-8636,465	18,970	0,018	0,024
97M3681C–2011101	-9882,123	-7028,238	8,116	0,005	0,008
97M3681C–GL Rimal	-24594,576	1018,085	32,178	0,009	0,015
97M3681C–Vaas	-9514,208	-4937,737	38,083	0,004	0,008
1139f–10001	-146,932	2468,889	61,697	0,002	0,003
1139f–10001	-146,934	2468,889	61,704	0,002	0,003
1139f–10001	-146,934	2468,888	61,697	0,002	0,004
1139f–10001	-146,926	2468,884	61,701	0,002	0,003
1139f–10001	-146,936	2468,889	61,687	0,003	0,005
1139f–10002	-6566,495	744,246	46,921	0,003	0,006
1139f–10003	-8576,449	6436,571	25,036	0,007	0,012
1139f–10003	-8576,439	6436,570	25,039	0,005	0,010
1139f–10006	4105,108	9167,300	25,773	0,004	0,009
1139f–10006	4105,119	9167,294	25,767	0,006	0,010
1139f–10006	4105,106	9167,300	25,778	0,005	0,010
1139f–10008	5187,526	-4483,363	9,958	0,004	0,007
1139f–10008	5187,537	-4483,369	9,972	0,006	0,009
1139f–10008	5187,535	-4483,365	9,974	0,003	0,006

Bilaga 3

1139f-10012	-3774,492	2995,840	-0,152	0,004	0,007
1139f-10012	-3774,498	2995,842	-0,179	0,007	0,014
1139f-10013	-5521,397	5667,681	3,422	0,005	0,009
1139f-10013	-5521,400	5667,691	3,428	0,005	0,009
1139f-10021	-414,498	-438,294	40,443	0,001	0,003
1139f-10021	-414,501	-438,294	40,441	0,001	0,002
1139f-10021	-414,500	-438,294	40,448	0,001	0,002
1139f-10022	1212,920	-2478,170	-0,082	0,006	0,011
1139f-10022	1212,917	-2478,156	-0,079	0,004	0,005
1139f-10022	1212,918	-2478,159	-0,077	0,003	0,005
1139f-10026	3165,187	5164,673	19,939	0,004	0,007
1139f-10026	3165,183	5164,683	19,949	0,004	0,007
1139f-10027	646,904	6835,869	1,464	0,005	0,004
1139f-10027	646,887	6835,858	1,448	0,019	0,043
1139f-10031	5929,793	-1256,549	0,112	0,006	0,010
1139f-10031	5929,799	-1256,547	0,113	0,004	0,005
1139f-10072	-2548,378	4492,774	0,173	0,005	0,011
1139f-10072	-2548,380	4492,760	0,161	0,008	0,015
1139f-10072	-2548,385	4492,770	0,130	0,007	0,013
1139f-10072	-2548,402	4492,763	0,137	0,007	0,012
1139f-11156	4821,751	737,316	25,662	0,006	0,010
1139f-11156	4821,733	737,329	25,667	0,008	0,016
1139f-2011101	-211,851	2345,546	14,842	0,003	0,005
1139f-2011101	-211,847	2345,541	14,850	0,003	0,006
1139f-2011102	-323,693	4465,048	8,156	0,002	0,004
1139f-2011103	1761,932	5691,408	15,112	0,003	0,006

Bilaga 3

1139f–GL Rimal	-14924,305	10391,877	38,883	0,007	0,012
1139f–GL Rimal	-14924,303	10391,881	38,901	0,007	0,013
1139f–GL Rimal	-14924,299	10391,877	38,905	0,007	0,013
1139f–GL Rimal	-14924,308	10391,878	38,898	0,007	0,015
1139f–GL Rimal	-14924,301	10391,878	38,894	0,006	0,011
1139f–Vaas	156,065	4436,040	44,811	0,002	0,004
1139f–Vaas	156,063	4436,043	44,804	0,002	0,003
1139f–Vaas	156,062	4436,044	44,815	0,002	0,003
1139f–Vaas	156,065	4436,047	44,820	0,002	0,004
1139f–Vaas	156,061	4436,043	44,800	0,003	0,006
10001–10002	-6419,560	-1724,643	-14,784	0,003	0,006
10001–10003	-8429,500	3967,667	-36,652	0,005	0,009
10001–10003	-8429,481	3967,668	-36,647	0,006	0,011
10001–10006	4252,045	6698,396	-35,949	0,004	0,008
10001–10006	4252,038	6698,391	-35,937	0,003	0,006
10001–10008	5334,464	-6952,252	-51,727	0,004	0,008
10001–10008	5334,469	-6952,253	-51,724	0,004	0,008
10001–10012	-3627,563	526,957	-61,858	0,005	0,012
10001–10012	-3627,564	526,949	-61,859	0,004	0,007
10001–10013	-5374,463	3198,792	-58,282	0,004	0,009
10001–10013	-5374,467	3198,803	-58,271	0,003	0,006
10001–10021	-267,564	-2907,183	-21,243	0,002	0,003
10001–10021	-267,568	-2907,182	-21,255	0,002	0,003
10001–10021	-267,565	-2907,182	-21,254	0,002	0,003
10001–10022	1359,851	-4947,044	-61,774	0,004	0,007
10001–10022	1359,852	-4947,053	-61,768	0,004	0,006

Bilaga 3

10001–10026	3312,116	2695,789	-41,764	0,003	0,005
10001–10027	793,835	4366,977	-60,229	0,006	0,005
10001–10027	793,833	4366,972	-60,215	0,005	0,013
10001–10031	6076,725	-3725,434	-61,583	0,006	0,006
10001–10072	-2401,440	2023,882	-61,527	0,006	0,012
10001–10072	-2401,450	2023,870	-61,528	0,008	0,016
10001–10072	-2401,456	2023,883	-61,557	0,004	0,007
10001–10072	-2401,468	2023,871	-61,542	0,009	0,018
10001–11156	4968,673	-1731,562	-36,022	0,005	0,008
10001–2011101	-64,920	-123,342	-46,853	0,003	0,006
10001–2011102	-176,760	1996,160	-53,533	0,002	0,003
10001–2011103	1908,867	3222,519	-46,581	0,002	0,004
10001–GL Rimal	-14777,362	7922,981	-22,822	0,006	0,012
10001–GL Rimal	-14777,366	7922,983	-22,809	0,007	0,012
10001–GL Rimal	-14777,365	7922,987	-22,808	0,007	0,014
10001–GL Rimal	-14777,361	7922,984	-22,804	0,007	0,013
10001–Vaas	302,997	1967,155	-16,890	0,001	0,002
10001–Vaas	302,997	1967,154	-16,889	0,001	0,003
10001–Vaas	302,995	1967,153	-16,891	0,002	0,003
10001–Vaas	302,996	1967,155	-16,891	0,001	0,002
10002–10003	-2009,925	5692,313	-21,864	0,005	0,008
10002–10008	11754,058	-5227,610	-36,941	0,006	0,011
10002–10021	6151,995	-1182,539	-6,476	0,003	0,006
10002–10022	7779,411	-3222,403	-46,989	0,006	0,010
10002–GL Rimal	-8357,796	9647,626	-8,046	0,005	0,010
10002–Vaas	6722,558	3691,798	-2,106	0,004	0,006

Bilaga 3

10003–10008	13763,990	-10919,925	-15,054	0,008	0,014
10003–10012	4801,936	-3440,716	-25,201	0,005	0,010
10003–10013	3055,042	-768,876	-21,631	0,006	0,011
10003–10021	8161,952	-6874,862	15,404	0,006	0,011
10003–10021	8161,947	-6874,857	15,420	0,005	0,010
10003–10022	9789,359	-8914,736	-25,097	0,009	0,014
10003–10027	9223,333	399,310	-23,580	0,005	0,007
10003–10072	6028,050	-1943,780	-24,903	0,006	0,011
10003–10072	6028,039	-1943,783	-24,886	0,005	0,010
10003–GL Rimal	-6347,858	3955,304	13,843	0,004	0,007
10003–GL Rimal	-6347,861	3955,304	13,839	0,004	0,008
10003–Vaas	8732,492	-2000,515	19,756	0,005	0,009
10003–Vaas	8732,475	-2000,515	19,767	0,006	0,011
10006–10008	1082,425	-13650,658	-15,775	0,006	0,010
10006–10012	-7879,621	-6171,453	-25,916	0,011	0,023
10006–10013	-9626,513	-3499,605	-22,316	0,006	0,011
10006–10021	-4519,600	-9605,589	14,702	0,006	0,011
10006–10022	-2892,188	-11645,464	-25,813	0,009	0,015
10006–10026	-939,922	-4002,601	-5,823	0,002	0,004
10006–10027	-3458,202	-2331,424	-24,291	0,002	0,003
10006–10031	1824,697	-10423,846	-25,656	0,004	0,007
10006–10072	-6653,499	-4674,516	-25,596	0,004	0,008
10006–10072	-6653,508	-4674,520	-25,618	0,010	0,020
10006–11156	716,620	-8429,956	-0,073	0,011	0,016
10006–2011101	-4316,953	-6821,735	-10,918	0,003	0,006
10006–2011102	-4428,806	-4702,236	-17,588	0,003	0,005

Bilaga 3

10006–2011103	-2343,179	-3475,877	-10,632	0,002	0,005
10006–GL Rimal	-19029,415	1224,580	13,137	0,006	0,012
10006–GL Rimal	-19029,414	1224,579	13,128	0,006	0,014
10006–Vaas	-3949,042	-4731,239	19,043	0,003	0,006
10006–Vaas	-3949,048	-4731,241	19,063	0,008	0,015
10007–10031	-593,419	-4295,958	-19,164	0,003	0,005
10007–11156	-1701,483	-2302,083	6,437	0,004	0,006
10008–10009	-7638,172	-1432,318	-0,160	0,004	0,007
10008–10021	-5602,040	4045,072	30,430	0,006	0,010
10008–10021	-5602,035	4045,071	30,475	0,003	0,006
10008–10022	-3974,609	2005,205	-10,044	0,004	0,006
10008–10022	-3974,603	2005,194	-10,039	0,004	0,007
10008–10026	-2022,345	9648,042	9,980	0,004	0,008
10008–10031	742,260	3226,820	-9,853	0,005	0,004
10008–11156	-365,790	5220,685	15,707	0,005	0,008
10008–12403	-9454,443	2392,515	-4,878	0,004	0,008
10008–2011101	-5399,381	6828,911	4,886	0,004	0,008
10008–GL Rimal	-20111,846	14875,229	28,896	0,009	0,016
10008–GL Rimal	-20111,835	14875,236	28,905	0,009	0,015
10008–Vaas	-5031,473	8919,418	34,826	0,005	0,008
10008–Vaas	-5031,486	8919,413	34,828	0,005	0,009
10009–10021	2036,138	5477,381	30,587	0,005	0,008
10009–12403	-1816,274	3824,828	-4,706	0,005	0,008
10009–Vaas	2606,688	10351,735	34,993	0,009	0,017
10012–10013	-1746,894	2671,838	3,580	0,006	0,011
10012–10013	-1746,897	2671,849	3,603	0,005	0,011

Bilaga 3

10012–10021	3359,992	-3434,134	40,595	0,004	0,007
10012–10021	3360,004	-3434,135	40,625	0,006	0,011
10012–10027	4421,379	3840,038	1,626	0,019	0,015
10012–2011102	3450,804	1469,206	8,331	0,005	0,010
10012–2011103	5536,430	2695,564	15,280	0,005	0,010
10012–GL Rimal	-11149,795	7396,026	39,058	0,012	0,024
10012–GL Rimal	-11149,800	7396,036	39,033	0,008	0,016
10012–Vaas	3930,559	1440,198	44,969	0,006	0,011
10012–Vaas	3930,558	1440,203	44,973	0,004	0,007
10013–10021	5106,895	-6105,972	37,025	0,005	0,009
10013–10021	5106,902	-6105,985	37,027	0,004	0,007
10013–10027	6168,301	1168,200	-1,926	0,014	0,012
10013–10027	6168,307	1168,172	-1,948	0,006	0,015
10013–10072	2973,015	-1174,912	-3,229	0,007	0,015
10013–10072	2973,024	-1174,919	-3,249	0,015	0,028
10013–10072	2973,016	-1174,919	-3,277	0,004	0,008
10013–10072	2973,000	-1174,939	-3,248	0,006	0,011
10013–2011102	5197,707	-1202,640	4,737	0,003	0,005
10013–2011103	7283,335	23,718	11,692	0,003	0,006
10013–GL Rimal	-9402,898	4724,179	35,460	0,006	0,013
10013–GL Rimal	-9402,892	4724,196	35,424	0,009	0,016
10013–Vaas	5677,464	-1231,646	41,379	0,003	0,005
10013–Vaas	5677,459	-1231,637	41,392	0,004	0,008
10021–10022	1627,421	-2039,866	-40,523	0,004	0,006
10021–10026	3579,698	5602,969	-20,461	0,006	0,013
10021–10027	1061,405	7274,159	-38,981	0,008	0,010

Bilaga 3

10021–10027	1061,401	7274,153	-39,008	0,015	0,034
10021–10072	-2133,875	4931,067	-40,261	0,009	0,018
10021–10072	-2133,892	4931,064	-40,296	0,007	0,013
10021–10072	-2133,890	4931,055	-40,315	0,007	0,013
10021–10072	-2133,899	4931,056	-40,297	0,020	0,037
10021–10397	2258,131	3735,861	-37,949	0,002	0,003
10021–10671	1908,817	1539,700	-33,248	0,003	0,006
10021–11156	5236,251	1175,620	-14,756	0,006	0,008
10021–12403	-3852,408	-1652,556	-35,322	0,005	0,008
10021–2011102	90,805	4903,342	-32,290	0,008	0,015
10021–2011103	2176,432	6129,701	-25,337	0,002	0,005
10021–2011103	2176,429	6129,697	-25,328	0,003	0,004
10021–GL Rimal	-14509,809	10830,169	-1,558	0,006	0,013
10021–GL Rimal	-14509,809	10830,165	-1,564	0,006	0,011
10021–GL Rimal	-14509,808	10830,167	-1,565	0,006	0,011
10021–Vaas	570,562	4874,337	4,358	0,002	0,003
10021–Vaas	570,563	4874,336	4,362	0,002	0,003
10021–Vaas	570,562	4874,336	4,366	0,002	0,003
10022–10026	1952,260	7642,844	20,013	0,005	0,008
10022–10031	4716,867	1221,623	0,186	0,007	0,007
10022–11156	3608,817	3215,483	25,743	0,006	0,009
10022–2011101	-1424,780	4823,717	14,934	0,005	0,008
10022–GL Rimal	-16137,215	12870,035	38,946	0,012	0,018
10022–GL Rimal	-16137,233	12870,045	38,946	0,010	0,016
10022–Vaas	-1056,859	6914,209	44,884	0,004	0,007
10022–Vaas	-1056,858	6914,201	44,895	0,004	0,007

Bilaga 3

10026–10031	2764,604	-6421,220	-19,829	0,010	0,007
10026–10397	-1321,555	-1867,103	-17,480	0,006	0,008
10026–10671	-1670,878	-4063,264	-12,775	0,003	0,005
10026–11156	1656,556	-4427,355	5,746	0,005	0,009
10026–2011101	-3377,037	-2819,132	-5,093	0,003	0,005
10026–2011103	-1403,260	526,736	-4,863	0,006	0,008
10026–GL Rimal	-18089,483	5227,188	18,935	0,008	0,015
10026–Vaas	-3009,119	-728,636	24,873	0,002	0,004
10027–10072	-3195,300	-2343,079	-1,304	0,004	0,007
10027–10072	-3195,298	-2343,093	-1,299	0,007	0,010
10027–10072	-3195,297	-2343,095	-1,299	0,005	0,008
10027–10072	-3195,284	-2343,082	-1,272	0,011	0,023
10027–2011102	-970,601	-2370,814	6,704	0,001	0,003
10027–2011103	1115,024	-1144,457	13,655	0,002	0,005
10027–GL Rimal	-15571,214	3556,000	37,426	0,007	0,020
10027–GL Rimal	-15571,202	3555,994	37,432	0,009	0,008
10027–Vaas	-490,842	-2399,818	43,352	0,011	0,023
10027–Vaas	-490,844	-2399,819	43,341	0,005	0,006
10031–11156	-1108,067	1993,884	25,585	0,007	0,008
10031–11156	-1108,060	1993,877	25,537	0,008	0,011
10031–2011101	-6141,646	3602,098	14,734	0,003	0,006
10031–GL Rimal	-20854,105	11648,418	38,792	0,013	0,012
10031–Vaas	-5773,731	5692,588	44,685	0,006	0,010
10072–2011102	2224,697	-27,719	8,006	0,004	0,006
10072–2011102	2224,695	-27,723	8,012	0,006	0,010
10072–2011103	4310,318	1198,637	14,977	0,004	0,007

Bilaga 3

10072–2011103	4310,330	1198,646	14,956	0,006	0,011
10072–Vaas	2704,449	-56,729	44,672	0,007	0,013
10072–Vaas	2704,461	-56,721	44,653	0,020	0,039
10072–Vaas	2704,440	-56,733	44,618	0,009	0,017
10072–Vaas	2704,461	-56,726	44,639	0,006	0,013
10397–10671	-349,318	-2196,161	4,700	0,001	0,003
10397–11156	2978,114	-2560,241	23,182	0,004	0,007
10397–2011103	-81,702	2393,836	12,622	0,001	0,002
10671–11156	3327,428	-364,076	18,480	0,004	0,006
10671–2011103	267,615	4589,997	7,918	0,002	0,004
11156–2011101	-5033,589	1608,225	-10,812	0,007	0,013
11156–2011103	-3059,818	4954,075	-10,568	0,005	0,008
11156–GL Rimal	-19746,026	9654,533	13,176	0,013	0,024
11156–Vaas	-4665,677	3698,714	19,133	0,006	0,011
2011101–GL Rimal	-14712,449	8046,324	24,066	0,006	0,011
2011101–Vaas	367,916	2090,495	29,959	0,004	0,007
2011102–2011103	2085,627	1226,359	6,951	0,001	0,003
2011102–GL Rimal	-14600,606	5926,821	30,728	0,006	0,012
2011102–Vaas	479,758	-29,005	36,644	0,006	0,011
2011103–GL Rimal	-16686,236	4700,464	23,773	0,006	0,012
2011103–Vaas	-1605,870	-1255,364	29,690	0,001	0,002
GL Rimal–Vaas	15080,367	-5955,824	5,922	0,005	0,010
GL Rimal–Vaas	15080,367	-5955,822	5,913	0,005	0,010
GL Rimal–Vaas	15080,368	-5955,822	5,925	0,005	0,010

Repeated Observations

Name	Type	Dev N(m)	Dev E(m)	Dev U(m)
06M4510-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.004	0.004	0.012
06M4510-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.004	0.004	0.012
87M5193-94M4801(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.008
87M5193-94M4801(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.008
87M5193-1139f(5.10.2011 09:20:00)	GPS PP	0.000	0.003	0.009
87M5193-1139f(4.10.2011 09:01:30)	GPS PP	0.000	0.003	0.009
87M5193-10001(5.10.2011 09:20:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.003
87M5193-10001(4.10.2011 08:52:30)	GPS PP	0.003	0.001	0.003
87M5193-10003(5.10.2011 09:20:00)	GPS PP	0.003	0.005	0.020
87M5193-10003(4.10.2011 08:52:30)	GPS PP	0.003	0.005	0.020
87M5193-10021(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.000	0.002	0.005
87M5193-10021(5.10.2011 09:21:00)	GPS PP	0.000	0.002	0.005
87M5193-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.005	0.004	0.004
87M5193-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.005	0.004	0.004
87M5193-GL Rimal(5.10.2011 09:20:00)	GPS PP	0.000	0.003	0.013
87M5193-GL Rimal(4.10.2011 08:52:30)	GPS PP	0.000	0.003	0.013
87M5193-Vaas(5.10.2011 09:20:00)	GPS PP	0.001	0.003	0.007
87M5193-Vaas(4.10.2011 08:52:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.007
90M9051b-95M9550a(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.001	0.006	0.018
90M9051b-95M9550a(13.10.2011 06:57:00)	GPS PP	0.001	0.006	0.018
90M9051b-97M3681C(3.10.2011 09:27:30)	GPS PP	0.002	0.002	0.012
90M9051b-97M3681C(13.10.2011 06:46:00)	GPS PP	0.002	0.002	0.012
90M9051b-1139f(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.007	0.002	0.020
90M9051b-1139f(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.007	0.002	0.020

Bilaga 3

90M9051b-10031(3.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.004	0.001	0.018
90M9051b-10031(13.10.2011 06:40:00)	GPS PP	0.004	0.001	0.018
90M9051b-11156(13.10.2011 06:40:00)	GPS PP	0.012	0.001	0.018
90M9051b-11156(3.10.2011 09:31:00)	GPS PP	0.012	0.001	0.018
94M4801-94M4803(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.006	0.000	0.009
94M4801-94M4803(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.001	0.001	0.004
94M4801-94M4803(11.10.2011 08:06:00)	GPS PP	0.005	0.002	0.014
94M4801-1139f(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.005	0.000	0.004
94M4801-1139f(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.005	0.000	0.004
94M4801-10001(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.005	0.002	0.013
94M4801-10001(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.005	0.002	0.013
94M4801-10002(5.10.2011 09:27:30)	GPS PP	0.005	0.001	0.010
94M4801-10002(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.005	0.001	0.010
94M4801-10003(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.001	0.001	0.006
94M4801-10003(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.001	0.001	0.006
94M4801-10008(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.010	0.004	0.015
94M4801-10008(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.005	0.010	0.011
94M4801-10008(11.10.2011 08:06:00)	GPS PP	0.016	0.006	0.026
94M4801-10009(5.10.2011 12:03:00)	GPS PP	0.002	0.003	0.032
94M4801-10009(11.10.2011 08:06:00)	GPS PP	0.002	0.003	0.032
94M4801-10021(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.021
94M4801-10021(11.10.2011 08:06:00)	GPS PP	0.000	0.001	0.034
94M4801-10021(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.013
94M4801-10022(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.004	0.006	0.005
94M4801-10022(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.004	0.006	0.005
94M4801-GL Rimal(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.005

Bilaga 3

94M4801-GL Rimal(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.005
94M4801-Vaas(5.10.2011 11:05:30)	GPS PP	0.000	0.001	0.003
94M4801-Vaas(5.10.2011 09:24:30)	GPS PP	0.000	0.001	0.003
94M4803-10008(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.002	0.006	0.031
94M4803-10008(11.10.2011 07:29:30)	GPS PP	0.002	0.006	0.031
94M4803-10009(5.10.2011 12:03:00)	GPS PP	0.004	0.003	0.012
94M4803-10009(11.10.2011 07:29:30)	GPS PP	0.004	0.003	0.012
94M4803-10021(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.006	0.002	0.019
94M4803-10021(11.10.2011 07:29:30)	GPS PP	0.006	0.002	0.019
95M9550a-97M3681C(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.014
95M9550a-97M3681C(13.10.2011 06:57:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.014
95M9550a-1139f(4.10.2011 04:51:30)	GPS PP	0.003	0.002	0.004
95M9550a-1139f(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.002	0.007	0.003
95M9550a-1139f(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.005	0.004	0.008
95M9550a-10001(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.005	0.002	0.003
95M9550a-10001(4.10.2011 04:46:00)	GPS PP	0.005	0.002	0.003
95M9550a-10006(4.10.2011 04:54:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.005
95M9550a-10006(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.005
95M9550a-10031(13.10.2011 06:57:00)	GPS PP	0.003	0.000	0.014
95M9550a-10031(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.003	0.000	0.014
95M9550a-10072(4.10.2011 04:53:30)	GPS PP	0.004	0.002	0.002
95M9550a-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.004	0.002	0.002
95M9550a-11156(13.10.2011 06:57:00)	GPS PP	0.004	0.003	0.026
95M9550a-11156(3.10.2011 09:31:00)	GPS PP	0.004	0.003	0.026
95M9550a-GL Rimal(4.10.2011 04:46:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.006
95M9550a-GL Rimal(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.006

Bilaga 3

95M9550a-Vaas(3.10.2011 09:30:00)	GPS PP	0.005	0.000	0.001
95M9550a-Vaas(4.10.2011 04:46:00)	GPS PP	0.005	0.000	0.001
97M3671b-1139f(4.10.2011 09:10:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.011
97M3671b-1139f(4.10.2011 04:51:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.011
97M3671b-10001(4.10.2011 09:10:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.012
97M3671b-10001(4.10.2011 04:42:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.012
97M3671b-10012(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.001	0.005	0.016
97M3671b-10012(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.001	0.005	0.016
97M3671b-10013(4.10.2011 09:10:30)	GPS PP	0.005	0.006	0.018
97M3671b-10013(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.005	0.006	0.018
97M3671b-10021(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.001	0.002	0.000
97M3671b-10021(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.001	0.002	0.000
97M3671b-10027(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.001	0.003	0.005
97M3671b-10027(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.005
97M3671b-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.013	0.003	0.022
97M3671b-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.002	0.003	0.020
97M3671b-10072(4.10.2011 04:53:30)	GPS PP	0.006	0.006	0.002
97M3671b-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.005	0.006	0.000
97M3671b-GL Rimal(4.10.2011 09:10:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.002
97M3671b-GL Rimal(4.10.2011 04:42:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.002
97M3671b-Vaas(4.10.2011 09:10:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.001
97M3671b-Vaas(4.10.2011 04:42:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.001
97M3681C-1139f(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.010	0.003	0.003
97M3681C-1139f(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.010	0.003	0.003
97M3681C-10031(13.10.2011 06:46:00)	GPS PP	0.001	0.002	0.005
97M3681C-10031(3.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.001	0.002	0.005

Bilaga 3

97M3681C-11156(13.10.2011 06:46:00)	GPS PP	0.010	0.006	0.014
97M3681C-11156(3.10.2011 09:31:00)	GPS PP	0.010	0.006	0.014
1139f-10001(5.10.2011 09:17:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.007
1139f-10001(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.000
1139f-10001(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.006	0.004	0.004
1139f-10001(4.10.2011 04:51:30)	GPS PP	0.004	0.002	0.010
1139f-10001(4.10.2011 09:01:30)	GPS PP	0.001	0.001	0.000
1139f-10003(4.10.2011 09:01:30)	GPS PP	0.005	0.000	0.002
1139f-10003(5.10.2011 08:58:30)	GPS PP	0.005	0.000	0.002
1139f-10006(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.003	0.002	0.001
1139f-10006(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.008	0.004	0.006
1139f-10006(4.10.2011 04:54:00)	GPS PP	0.005	0.002	0.005
1139f-10008(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.005	0.004	0.004
1139f-10008(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.007	0.003	0.010
1139f-10008(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.002	0.001	0.006
1139f-10012(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.013
1139f-10012(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.013
1139f-10013(4.10.2011 09:06:30)	GPS PP	0.001	0.005	0.003
1139f-10013(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.001	0.005	0.003
1139f-10021(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.001
1139f-10021(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.003
1139f-10021(5.10.2011 09:21:00)	GPS PP	0.000	0.000	0.004
1139f-10022(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.002	0.009	0.003
1139f-10022(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.002	0.006	0.000
1139f-10022(5.10.2011 08:58:30)	GPS PP	0.000	0.003	0.002
1139f-10026(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.002	0.005	0.005

Bilaga 3

1139f-10026(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.002	0.005	0.005
1139f-10027(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.008	0.005	0.008
1139f-10027(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.008	0.005	0.008
1139f-10031(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.003	0.001	0.001
1139f-10031(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.001
1139f-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.009	0.007	0.022
1139f-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.006	0.007	0.011
1139f-10072(4.10.2011 04:53:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.020
1139f-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.016	0.004	0.013
1139f-11156(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.009	0.007	0.003
1139f-11156(3.10.2011 09:31:00)	GPS PP	0.009	0.007	0.003
1139f-2011101(3.10.2011 09:47:30)	GPS PP	0.002	0.002	0.004
1139f-2011101(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.002	0.002	0.004
1139f-GL Rimal(5.10.2011 08:58:30)	GPS PP	0.002	0.000	0.003
1139f-GL Rimal(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.001	0.003	0.005
1139f-GL Rimal(4.10.2011 04:51:30)	GPS PP	0.005	0.000	0.002
1139f-GL Rimal(4.10.2011 09:01:30)	GPS PP	0.002	0.002	0.013
1139f-GL Rimal(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.004	0.001	0.009
1139f-Vaas(3.10.2011 09:30:30)	GPS PP	0.002	0.004	0.010
1139f-Vaas(3.10.2011 11:12:00)	GPS PP	0.002	0.003	0.001
1139f-Vaas(4.10.2011 04:51:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.010
1139f-Vaas(5.10.2011 09:00:00)	GPS PP	0.001	0.000	0.005
1139f-Vaas(4.10.2011 09:01:30)	GPS PP	0.000	0.001	0.006
10001-10003(4.10.2011 08:45:30)	GPS PP	0.009	0.000	0.002
10001-10003(5.10.2011 09:17:30)	GPS PP	0.009	0.000	0.002
10001-10006(4.10.2011 04:54:00)	GPS PP	0.004	0.003	0.006

Bilaga 3

10001-10006(3.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.004	0.003	0.006
10001-10008(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.001
10001-10008(3.10.2011 09:27:30)	GPS PP	0.003	0.001	0.001
10001-10012(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.001	0.004	0.000
10001-10012(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.001	0.004	0.000
10001-10013(4.10.2011 09:06:30)	GPS PP	0.002	0.005	0.005
10001-10013(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.002	0.005	0.005
10001-10021(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.002	0.000	0.005
10001-10021(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.002	0.000	0.008
10001-10021(5.10.2011 09:21:00)	GPS PP	0.001	0.000	0.003
10001-10022(5.10.2011 09:17:30)	GPS PP	0.000	0.005	0.003
10001-10022(3.10.2011 08:58:30)	GPS PP	0.000	0.005	0.003
10001-10027(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.001	0.002	0.007
10001-10027(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.001	0.002	0.007
10001-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.014	0.006	0.011
10001-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.003	0.007	0.010
10001-10072(4.10.2011 04:53:30)	GPS PP	0.003	0.006	0.018
10001-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.014	0.005	0.003
10001-GL Rimal(3.10.2011 08:58:30)	GPS PP	0.002	0.001	0.006
10001-GL Rimal(4.10.2011 04:33:00)	GPS PP	0.002	0.003	0.003
10001-GL Rimal(5.10.2011 09:17:30)	GPS PP	0.002	0.003	0.011
10001-GL Rimal(4.10.2011 08:43:00)	GPS PP	0.002	0.001	0.001
10001-Vaas(3.10.2011 08:58:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.001
10001-Vaas(4.10.2011 04:33:00)	GPS PP	0.000	0.001	0.001
10001-Vaas(4.10.2011 08:43:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.000
10001-Vaas(5.10.2011 09:17:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.001

Bilaga 3

10003-10021(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.002	0.002	0.008
10003-10021(5.10.2011 09:21:00)	GPS PP	0.002	0.002	0.008
10003-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.006	0.002	0.008
10003-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.006	0.002	0.008
10003-GL Rimal(4.10.2011 08:45:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.002
10003-GL Rimal(5.10.2011 08:57:00)	GPS PP	0.001	0.000	0.002
10003-Vaas(4.10.2011 08:45:30)	GPS PP	0.009	0.000	0.006
10003-Vaas(5.10.2011 09:00:00)	GPS PP	0.009	0.000	0.006
10006-10072(4.10.2011 04:54:00)	GPS PP	0.004	0.002	0.011
10006-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.004	0.002	0.011
10006-GL Rimal(3.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.001	0.001	0.004
10006-GL Rimal(4.10.2011 04:54:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.004
10006-Vaas(3.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.003	0.001	0.010
10006-Vaas(4.10.2011 04:54:00)	GPS PP	0.003	0.001	0.010
10008-10021(11.10.2011 07:26:00)	GPS PP	0.002	0.000	0.023
10008-10021(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.002	0.000	0.023
10008-10022(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.003	0.005	0.003
10008-10022(3.10.2011 09:27:30)	GPS PP	0.003	0.005	0.003
10008-GL Rimal(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.005	0.004	0.005
10008-GL Rimal(3.10.2011 09:27:30)	GPS PP	0.005	0.004	0.005
10008-Vaas(3.10.2011 09:27:30)	GPS PP	0.006	0.002	0.001
10008-Vaas(5.10.2011 09:23:00)	GPS PP	0.006	0.002	0.001
10012-10013(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.002	0.005	0.011
10012-10013(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.002	0.005	0.011
10012-10021(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.006	0.001	0.015
10012-10021(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.006	0.001	0.015

Bilaga 3

10012-GL Rimal(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.002	0.005	0.013
10012-GL Rimal(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.002	0.005	0.013
10012-Vaas(4.10.2011 05:08:00)	GPS PP	0.001	0.003	0.002
10012-Vaas(4.10.2011 09:35:00)	GPS PP	0.001	0.003	0.002
10013-10021(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.004	0.007	0.001
10013-10021(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.004	0.007	0.001
10013-10027(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.003	0.014	0.011
10013-10027(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.003	0.014	0.011
10013-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.002	0.010	0.022
10013-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.010	0.004	0.002
10013-10072(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.002	0.003	0.027
10013-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.013	0.017	0.003
10013-GL Rimal(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.003	0.008	0.018
10013-GL Rimal(4.10.2011 09:06:30)	GPS PP	0.003	0.008	0.018
10013-Vaas(4.10.2011 05:01:30)	GPS PP	0.003	0.004	0.007
10013-Vaas(4.10.2011 09:06:30)	GPS PP	0.003	0.004	0.007
10021-10027(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.002	0.003	0.014
10021-10027(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.002	0.003	0.014
10021-10072(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.014	0.006	0.031
10021-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.003	0.003	0.004
10021-10072(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.001	0.005	0.022
10021-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.010	0.005	0.005
10021-2011103(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.001	0.002	0.004
10021-2011103(12.10.2011 06:35:00)	GPS PP	0.001	0.002	0.004
10021-GL Rimal(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.000	0.002	0.004
10021-GL Rimal(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.000	0.002	0.001

Bilaga 3

10021-GL Rimal(5.10.2011 09:21:00)	GPS PP	0.000	0.000	0.003
10021-Vaas(4.10.2011 04:55:00)	GPS PP	0.000	0.001	0.004
10021-Vaas(4.10.2011 09:21:30)	GPS PP	0.000	0.000	0.000
10021-Vaas(5.10.2011 09:21:00)	GPS PP	0.000	0.000	0.004
10022-GL Rimal(3.10.2011 08:58:00)	GPS PP	0.009	0.005	0.000
10022-GL Rimal(5.10.2011 08:52:30)	GPS PP	0.009	0.005	0.000
10022-Vaas(3.10.2011 08:58:00)	GPS PP	0.000	0.004	0.005
10022-Vaas(5.10.2011 09:00:00)	GPS PP	0.000	0.004	0.005
10027-10072(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.005	0.008	0.010
10027-10072(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.003	0.006	0.006
10027-10072(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.002	0.007	0.005
10027-10072(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.011	0.005	0.021
10027-GL Rimal(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.006	0.003	0.003
10027-GL Rimal(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.006	0.003	0.003
10027-Vaas(4.10.2011 05:01:00)	GPS PP	0.001	0.000	0.005
10027-Vaas(4.10.2011 09:31:30)	GPS PP	0.001	0.000	0.005
10031-11156(13.10.2011 06:37:00)	GPS PP	0.003	0.003	0.024
10031-11156(3.10.2011 09:31:00)	GPS PP	0.003	0.003	0.024
10072-2011102(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.001	0.002	0.003
10072-2011102(4.10.2011 05:06:00)	GPS PP	0.001	0.002	0.003
10072-2011103(4.10.2011 04:53:30)	GPS PP	0.006	0.004	0.011
10072-2011103(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.006	0.004	0.011
10072-Vaas(4.10.2011 04:53:30)	GPS PP	0.004	0.002	0.026
10072-Vaas(4.10.2011 07:13:30)	GPS PP	0.008	0.006	0.008
10072-Vaas(4.10.2011 09:29:30)	GPS PP	0.013	0.005	0.027
10072-Vaas(4.10.2011 11:04:00)	GPS PP	0.009	0.001	0.007

GL Rimal-Vaas(3.10.2011 08:00:00)	GPS PP	0.000	0.002	0.002
GL Rimal-Vaas(4.10.2011 04:00:00)	GPS PP	0.001	0.001	0.007
GL Rimal-Vaas(5.10.2011 09:00:00)	GPS PP	0.000	0.001	0.005

Adjusted Point Quality

Name	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Elevation (m)	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)	Error Ellipse Azimuth	Error Ellipse major semi- axis (m)	Error Ellipse minor semi- axis (m)
1139f	6999003,886	22477969,944	19,154	0,001	0,001	0,002	10°50'43,0109"	0,001	0,001
10001	6998856,952	22480438,835	80,853	0,001	0,001	0,002	6°45'47,4686"	0,001	0,001
10002	6992437,385	22478714,186	66,067	0,002	0,002	0,004	13°52'29,5260"	0,002	0,002
10003	6990427,448	22484406,505	44,193	0,002	0,001	0,003	19°16'02,9063"	0,002	0,001
10006	7003108,996	22487137,233	44,914	0,001	0,001	0,002	1°08'54,4031"	0,001	0,001
10007	7005527,117	22481009,353	38,424	0,003	0,002	0,005	22°28'04,5300"	0,003	0,002
10008	7004191,425	22473486,578	29,133	0,001	0,001	0,003	15°27'22,3263"	0,001	0,001
10009	6996553,258	22472054,253	29,002	0,003	0,002	0,005	14°07'54,9192"	0,003	0,002
10012	6995229,388	22480965,788	18,993	0,002	0,001	0,004	178°19'23,0733"	0,002	0,001
10013	6993482,485	22483637,633	22,577	0,002	0,001	0,003	177°56'36,2803"	0,002	0,001
10021	6998589,386	22477531,651	59,600	0,001	0,001	0,002	10°10'25,4871"	0,001	0,001
10022	7000216,809	22475491,781	19,080	0,002	0,002	0,003	40°36'42,3861"	0,002	0,001
10026	7002169,073	22483134,625	39,101	0,002	0,001	0,003	8°32'52,9038"	0,002	0,001
10027	6999650,791	22484805,811	20,616	0,001	0,001	0,002	9°32'15,1977"	0,001	0,001
10031	7004933,693	22476713,391	19,271	0,002	0,001	0,003	36°51'02,8691"	0,002	0,001
10072	6996455,496	22482462,717	19,309	0,002	0,001	0,003	171°30'33,3907"	0,002	0,001
10397	7000847,519	22481267,515	21,648	0,002	0,002	0,003	10°23'30,2969"	0,002	0,002

Bilaga 3

10671	7000498,201	22479071,354	26,347	0,002	0,002	0,004	9°04'41,5961"	0,002	0,002
11156	7003825,632	22478707,271	44,838	0,002	0,002	0,003	22°34'02,5953"	0,002	0,002
12403	6994736,980	22475879,084	24,292	0,003	0,003	0,006	19°37'07,5382"	0,003	0,003
2011101	6998792,039	22480315,492	34,004	0,002	0,001	0,003	1°39'21,4067"	0,002	0,001
2011102	6998680,191	22482434,995	27,318	0,001	0,001	0,002	178°08'21,6759"	0,001	0,001
2011103	7000765,817	22483661,353	34,270	0,001	0,001	0,002	0°19'35,5684"	0,001	0,001
Vaas	6999159,949	22482405,990	63,963	0,001	0,001	0,002	8°59'27,5935"	0,001	0,001

Jämförelse 1, jämförelse mellan Vasa stads beräknade koordinater och mina beräknade koordinater

Punkt	Stadens koordinater		Mina koordinater		Skillnaden		Beakta
	x	y	x	y	x-led	y-led	
1139F	6999003,886	22477969,945	6999003,886	22477969,946	0,000	-0,001	obs!
10001	6998856,950	22480438,836					
10002	6992437,380	22478714,188	6992437,388	22478714,192	-0,008	-0,004	
10003	6990427,445	22484406,507	6990427,453	22484406,506	-0,008	0,001	
10006	7003108,996	22487137,234	7003108,995	22487137,234	0,001	0,000	
10007	7005527,118	22481009,349	7005527,110	22481009,356	0,008	-0,007	
10008	7004191,427	22473486,572	7004191,426	22473486,582	0,001	-0,010	
10009	6996553,268	22472054,242	6996553,263	22472054,263	0,005	-0,021	
10012	6995229,380	22480965,789	6995229,389	22480965,787	-0,009	0,002	
10013	6993482,479	22483637,638	6993482,489	22483637,633	-0,010	0,005	
10021	6998589,384	22477531,650	6998589,387	22477531,653	-0,003	-0,003	
10022	7000216,813	22475491,776	7000216,810	22475491,783	0,003	-0,007	
10026	7002169,077	22483134,628	7002169,076	22483134,624	0,001	0,004	
10027	6999650,790	22484805,811	6999650,792	22484805,810	-0,002	0,001	
10031	7004933,697	22476713,384	7004933,689	22476713,396	0,008	-0,012	
10072	6996455,496	22482462,718	6996455,500	22482462,717	-0,004	0,001	
10397	7000847,524	22481267,518	7000847,520	22481267,516	0,004	0,002	
10671	7000498,204	22479071,352	7000498,201	22479071,356	0,003	-0,004	
11156	7003825,632	22478707,268	7003825,628	22478707,275	0,004	-0,007	
12403	6994736,978	22475879,082	6994736,983	22475879,091	-0,005	-0,009	
2011101	6998792,038	22480315,492	6998792,043	22480315,492	-0,005	0,000	
2011102	6998680,190	22482434,996	6998680,190	22482434,995	0,000	0,001	
2011103	7000765,816	22483661,359	7000765,817	22483661,353	-0,001	0,006	
Medel:					-0,001	-0,003	

Jämförelse 2, jämförelse med ytterligare 3 vektorer bort
vektorer: 10008-10009, 94M4803-10008, 94M4803-10021

Punkt	Stadens koordinater		Mina koordinater		Skillnaden		Beakta
	x	y	x	y	x-led	y-led	
1139F	6999003,886	22477969,945	6999003,886	22477969,95	0,000	-0,001	
10001	6998856,950	22480438,836					
10002	6992437,380	22478714,188	6992437,388	22478714,192	-0,008	-0,004	
10003	6990427,445	22484406,507	6990427,453	22484406,506	-0,008	0,001	
10006	7003108,996	22487137,234	7003108,995	22487137,234	0,001	0,000	
10007	7005527,118	22481009,349	7005527,110	22481009,356	0,008	-0,007	
10008	7004191,427	22473486,572	7004191,426	22473486,582	0,001	-0,010	
10009	6996553,268	22472054,242	6996553,260	22472054,263	0,008	-0,021	obs!
10012	6995229,380	22480965,789	6995229,389	22480965,787	-0,009	0,002	
10013	6993482,479	22483637,638	6993482,489	22483637,633	-0,010	0,005	
10021	6998589,384	22477531,650	6998589,386	22477531,652	-0,002	-0,002	obs!
10022	7000216,813	22475491,776	7000216,810	22475491,783	0,003	-0,007	
10026	7002169,077	22483134,628	7002169,076	22483134,624	0,001	0,004	
10027	6999650,790	22484805,811	6999650,792	22484805,810	-0,002	0,001	
10031	7004933,697	22476713,384	7004933,689	22476713,396	0,008	-0,012	
10072	6996455,496	22482462,718	6996455,500	22482462,717	-0,004	0,001	
10397	7000847,524	22481267,518	7000847,520	22481267,516	0,004	0,002	
10671	7000498,204	22479071,352	7000498,201	22479071,356	0,003	-0,004	
11156	7003825,632	22478707,268	7003825,628	22478707,275	0,004	-0,007	
12403	6994736,978	22475879,082	6994736,983	22475879,091	-0,005	-0,009	
2011101	6998792,038	22480315,492	6998792,043	22480315,492	-0,005	0,000	
2011102	6998680,190	22482434,996	6998680,190	22482434,995	0,000	0,001	
2011103	7000765,816	22483661,359	7000765,817	22483661,353	-0,001	0,006	
Medel:					-0,001	-0,003	

Jämförelse 3, jämförelse med alla vektorer, förutom de programmet valde bort själv

Punkt	Stadens koordinater		Mina koordinater		Skillnad	
	x	y	x	y	x-led	y-led
1139F	6999003,886	22477969,945	6999003,886	22477969,946	0,000	-0,001
10001	6998856,950	22480438,836				
10002	6992437,380	22478714,188	6992437,388	22478714,192	-0,008	-0,004
10003	6990427,445	22484406,507	6990427,453	22484406,506	-0,008	0,001
10006	7003108,996	22487137,234	7003108,995	22487137,234	0,001	0,000
10007	7005527,118	22481009,349	7005527,110	22481009,356	0,008	-0,007
10008	7004191,427	22473486,572	7004191,426	22473486,582	0,001	-0,010
10009	6996553,268	22472054,242	6996553,258	22472054,261	0,010	-0,019
10012	6995229,380	22480965,789	6995229,389	22480965,787	-0,009	0,002
10013	6993482,479	22483637,638	6993482,489	22483637,633	-0,010	0,005
10021	6998589,384	22477531,650	6998589,387	22477531,653	-0,003	-0,003
10022	7000216,813	22475491,776	7000216,810	22475491,783	0,003	-0,007
10026	7002169,077	22483134,628	7002169,076	22483134,624	0,001	0,004
10027	6999650,790	22484805,811	6999650,792	22484805,810	-0,002	0,001
10031	7004933,697	22476713,384	7004933,689	22476713,396	0,008	-0,012
10072	6996455,496	22482462,718	6996455,500	22482462,717	-0,004	0,001
10397	7000847,524	22481267,518	7000847,520	22481267,516	0,004	0,002
10671	7000498,204	22479071,352	7000498,201	22479071,356	0,003	-0,004
11156	7003825,632	22478707,268	7003825,628	22478707,275	0,004	-0,007
12403	6994736,978	22475879,082	6994736,983	22475879,091	-0,005	-0,009
2011101	6998792,038	22480315,492	6998792,043	22480315,492	-0,005	0,000
2011102	6998680,190	22482434,996	6998680,190	22482434,995	0,000	0,001
2011103	7000765,816	22483661,359	7000765,817	22483661,353	-0,001	0,006
Medel:					-0,001	-0,003

Jämförelse 4, jämförelse med referenspunkterna GL Rimal och Geotrim VRS. Ytterligare
3 vektorer bort

Vektorer: 10009-GL Rimal, 10072-GL Rimal, 10026-1156

Punkt	Stadens koordinater		Mina koordinater		Skillnad	
	x	y	x	y	x-led	y-led
1139F	6999003,886	22477969,945	6999003,886	22477969,946	0,000	-0,001
10001	6998856,950	22480438,836				
10002	6992437,380	22478714,188	6992437,387	22478714,191	-0,007	-0,003
10003	6990427,445	22484406,507	6990427,452	22484406,506	-0,007	0,001
10006	7003108,996	22487137,234	7003108,994	22487137,233	0,002	0,001
10007	7005527,118	22481009,349	7005527,110	22481009,356	0,008	-0,007
10008	7004191,427	22473486,572	7004191,426	22473486,581	0,001	-0,009
10009	6996553,268	22472054,242	6996553,259	22472054,260	0,009	-0,018
10012	6995229,380	22480965,789	6995229,389	22480965,787	-0,009	0,002
10013	6993482,479	22483637,638	6993482,488	22483637,632	-0,009	0,006
10021	6998589,384	22477531,650	6998589,386	22477531,652	-0,002	-0,002
10022	7000216,813	22475491,776	7000216,809	22475491,782	0,004	-0,006
10026	7002169,077	22483134,628	7002169,074	22483134,624	0,003	0,004
10027	6999650,790	22484805,811	6999650,792	22484805,809	-0,002	0,002
10031	7004933,697	22476713,384	7004933,689	22476713,396	0,008	-0,012
10072	6996455,496	22482462,718	6996455,499	22482462,717	-0,003	0,001
10397	7000847,524	22481267,518	7000847,520	22481267,516	0,004	0,002
10671	7000498,204	22479071,352	7000498,201	22479071,356	0,003	-0,004
11156	7003825,632	22478707,268	7003825,627	22478707,274	0,005	-0,006
12403	6994736,978	22475879,082	6994736,983	22475879,091	-0,005	-0,009
2011101	6998792,038	22480315,492	6998792,041	22480315,492	-0,003	0,000
2011102	6998680,190	22482434,996	6998680,190	22482434,995	0,000	0,001
2011103	7000765,816	22483661,359	7000765,817	22483661,353	-0,001	0,006
Medel:					0,000	-0,002

<-

Jämförelse 5, jämförelse med korrigerade inställningar och 10001 inte har fasta koordinater

	Stadens koordinater		Mina koordinater		Skillnad	
Punkt	x	y	x	y	x-led	y-led
1139F	6999003,886	22477969,945	6999003,886	22477969,944	0,000	0,001
10001	6998856,950	22480438,836	6998856,952	22480438,835	-0,002	0,001
10002	6992437,380	22478714,188	6992437,385	22478714,186	-0,005	0,002
10003	6990427,445	22484406,507	6990427,448	22484406,505	-0,003	0,002
10006	7003108,996	22487137,234	7003108,996	22487137,233	0,000	0,001
10007	7005527,118	22481009,349	7005527,117	22481009,353	0,001	-0,004
10008	7004191,427	22473486,572	7004191,425	22473486,578	0,002	-0,006
10009	6996553,268	22472054,242	6996553,258	22472054,253	0,010	-0,011
10012	6995229,380	22480965,789	6995229,388	22480965,788	-0,008	0,001
10013	6993482,479	22483637,638	6993482,485	22483637,633	-0,006	0,005
10021	6998589,384	22477531,650	6998589,386	22477531,651	-0,002	-0,001
10022	7000216,813	22475491,776	7000216,809	22475491,781	0,004	-0,005
10026	7002169,077	22483134,628	7002169,073	22483134,625	0,004	0,003
10027	6999650,790	22484805,811	6999650,791	22484805,811	-0,001	0,000
10031	7004933,697	22476713,384	7004933,693	22476713,391	0,004	-0,007
10072	6996455,496	22482462,718	6996455,496	22482462,717	0,000	0,001
10397	7000847,524	22481267,518	7000847,519	22481267,515	0,005	0,003
10671	7000498,204	22479071,352	7000498,201	22479071,354	0,003	-0,002
11156	7003825,632	22478707,268	7003825,632	22478707,271	0,000	-0,003
12403	6994736,978	22475879,082	6994736,980	22475879,084	-0,002	-0,002
2011101	6998792,038	22480315,492	6998792,039	22480315,492	-0,001	0,000
2011102	6998680,190	22482434,996	6998680,191	22482434,995	-0,001	0,001
2011103	7000765,816	22483661,359	7000765,817	22483661,353	-0,001	0,006
Medel:					0,000	-0,001